

Jonas Lindgren

Kunnallisen liikelaitoksen maarakennuskoneiden toimivuus ja tehokkuus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

24.11.2014

Tekijä(t) Otsikko	Jonas Lindgren Kunnallisen liikelaitoksen maarakennuskoneiden toimivuus ja tehokkuus
Sivumäärä Aika	53 sivua + 4 liitettä 24.11.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori Tapani Järvenpää Rakennuttajainsinööri Pasi Heiskanen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Espoo Kaupunkitekniikka -liikelaitokselle, joka on vuonna 2011 perustettu Espoon kaupungin palveluliiketoimen alainen liikelaitos. Espoo Kaupunkitekniikka -liikelaitoksen toimialana on katujen ja puistojen rakentaminen ja ylläpito.</p> <p>Työn tarkoituksena oli selvittää Espoo Kaupunkitekniikka -liikelaitoksen kadunrakennuksen kaivinkoneiden toimivuutta ja tehokkuutta. Toimivuutta oli tarkoitus tutkia puitesopimusten toimivuuden näkökulmasta. Tehokkuutta oli tarkoitus tutkia työtehon näkökulmasta.</p> <p>Tutkimusmetodeina käytettiin kvantitatiivista ja kvalitatiivista lähestymistapaa. Kvantitatiivinen tutkimus koostui keskimääräisten työsaavutusten tutkimisesta ja kaivinkoneenkuljettajilla teetetyllä odotusajan kyselylomakkeella. Kvalitatiivinen tutkimusosuus suoritettiin kaivinkoneenkuljettajilla teetetyllä teemahaastattelulla ja vastaavilla mestareilla teetetyllä puolistrukturoidulla haastattelulla.</p> <p>Tässä työssä todettiin Espoo kaupunkitekniikka -liikelaitoksen kaivinkoneiden odotusajan muodostuvan pääsääntöisesti kuorma-autojen odottamisesta ja kaivinkoneiden työsaavutukselle laskettiin usean työmaan keskiarvo. Kehityskohteiksi todettiin muun muassa jälkilaskennan kehittäminen, tavoitekorttien asettaminen tehokkuuden näkökulmasta eri katu-tyypeille ja tavoitteisiin perustuvan suorituspalkkiojärjestelmän rakentaminen erityisesti putkiasentajille.</p> <p>Jatkotutkimusaiheina työssä ehdotettiin tutkimusta johtamistavoista ja niiden yhtenäistämisen vaikutuksista, sekä henkilöstön motivaatiosta ja sen parantamiskeinoista. Työssä ehdotettiin myös tutkimusta tehokkuudesta koko työmaan näkökulmasta laajempaan kokonaisuutena.</p>	
Avainsanat	liikelaitos, kaivinkone, tehokkuus, toimivuus, kadunrakennus, infra, puitesopimus, motivaatio, työsaavutus,

Author(s) Title Number of Pages Date	Jonas Lindgren Functionality and Effectiveness of Earthmoving machinery of Municipal Enterprise 53 pages + 4 appendices 24 November 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Tapani Järvenpää, Senior Lecturer Pasi Heiskanen, Developer Engineer
<p>This thesis was made for the Espoo Public Works Department, which is as a public utility service created in 2011. The department primarily works on the construction of roads and parks, as well as the maintenance thereof.</p> <p>The purpose of this study was to research the efficiency and the performance of earthmoving machinery that had been employed to work under the Public Works Department. This was done from the perspective of improving the efficiency of framework agreements in the future.</p> <p>Both qualitative and quantitative research methods were used. The quantitative part involved analyzing average work performance of employed excavators and a questionnaire given to operators of the excavators. The qualitative part consisted of theme interviews conducted with operators. Semi-structured interviews were conducted with managers of the operators.</p> <p>The main finding of this study is that the downtime of excavators is mainly caused by having to wait for trucks, and the average work capacity of the excavators per shift was calculated. Areas where improvement is needed are, among others, the development of post-processing, the use of goal cards for different street types as well as the implementation of performance-based incentive plans, especially for pipe fitters</p>	
keywords	street construction, infrastructure, excavator, efficiency,

Sisällys

1	Johdanto	3
1.1	EKA-liikelaitos	3
1.2	Työnkulku EKA-liikelaitoksen kadunsaneeraushankkeessa	6
1.3	Tilaaja-tuottaja malli	9
2	Maarakennuskonepalveluiden sopimusjärjestelmä	11
2.1	Koneluokat	13
2.2	Hintavertailu	13
3	Työsuoritteisiin vaikuttavia ilmiöitä kadunrakennushankkeissa	16
3.1	Kapasiteettikäsitteitä	16
3.2	Kaivinkoneen tehokkuuteen liittyviä ilmiöitä	17
3.2.1	Kaivuvastus	17
3.2.2	Häiriintyminen	18
3.2.3	Kuljetettavuus ja läjitettävyys	18
3.2.4	Talviolosuhteet	20
3.2.5	3D-koneohjaus	22
3.3	Motivaatio	25
3.4	Tiimityöskentely	26
3.5	Palkitseminen	28
3.6	Johtaminen	29
3.6.1	Tavoitejohtaminen	29
3.6.2	Suorituksen johtaminen	30
3.6.3	Osaamisen johtaminen	30
4	Tutkimusmenetelmät	31
4.1	Kvantitatiivinen tutkimus	31
4.2	Kvalitatiivinen tutkimus	31
4.3	Teemahaastattelu	32
4.4	Tutkimuksen luotettavuus	32
5	Kvantitatiivinen tutkimusosio	33
5.1	Odotusaika	33

5.2	Keskimääräinen työsaavutus	35
5.3	Työmaan kustannuslaskelma	37
6	Kvalitatiivinen tutkimusosio	40
6.1	Kaivinkoneenkuljettajien haastattelut	40
6.2	Vastaavien mestareiden haastattelut	44
7	Kehitysehdotukset	47
8	Yhteenveto	50
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1. Kaivinkoneiden luokitus	
	Liite 2. Kaivinkoneiden odotusajan seurantalomake	
	Liite 3. Teemahaastattelulomake	
	Liite 4. Haastattelukysymykset	

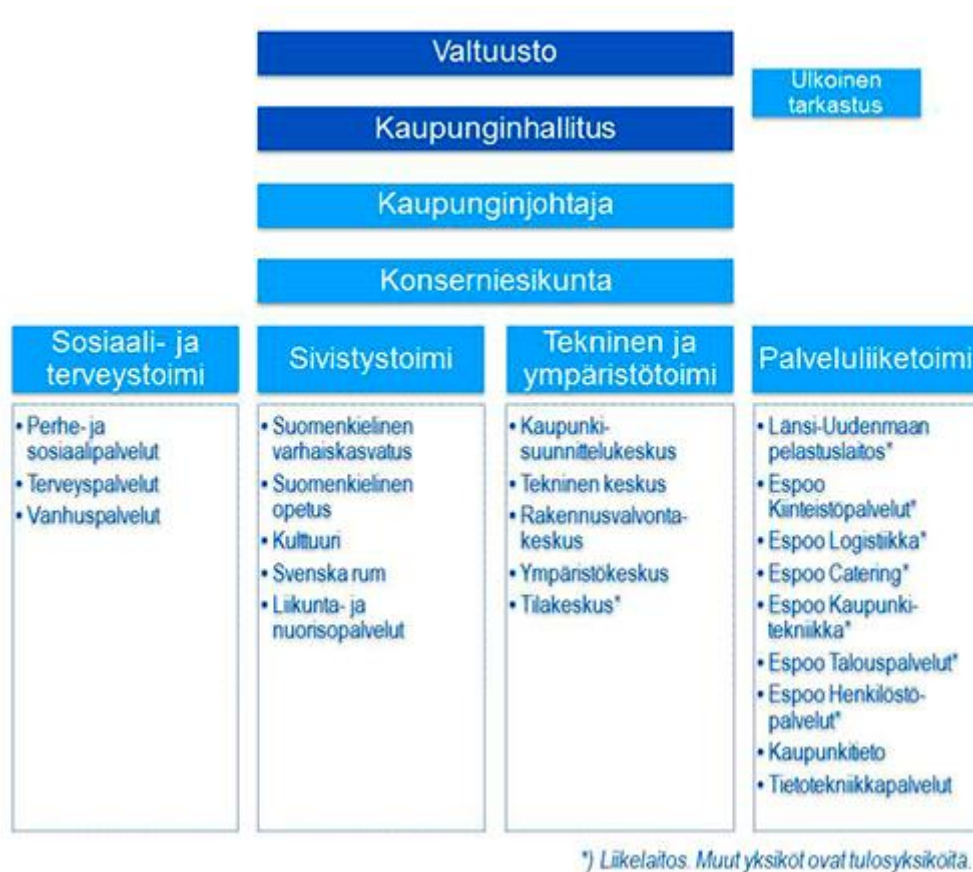
1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Espoo Kaupunkitekniikka (EKA) -liikelaitoksen kadunrakennuksen yksikön työmailla toimivien, ostopalveluina aliurakoitsijoilta tilattujen, kaivinkoneiden tehokkuutta. Lisäksi tarkoituksena on selvittää ostopalvelujärjestelmän kilpailutettujen puitesopimuksien toimivuutta. Traktorikaivurit päätettiin rajata työn ulkopuolelle. Tämä opinnäytetyö tehdään EKA-liikelaitoksen tilauksesta.

Opinnäytetyössä otetaan huomioon kaivinkoneen tehokkuuden lisäksi myös koko työmaan tehokkuus, sillä luonteeltaan kadunrakennus ja saneeraus ovat tiimityöskentelyä niin työmaan tasolla kuin myös suunnittelijan, tilaajan ja rakentajan välillä. Katuhankkeen tiimityöskentelyluonteen johdosta voi olla erittäin haastavaa löytää yksiselitteisiä syy-seuraussuhteita hankkeen etenemisen ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Kaivinkonepalveluiden toimivuutta tarkastellaan puitesopimusten ja tilausjärjestelmän näkökulmasta. EKA-liikelaitoksella ei ole käytettävissään aiemmin tutkittua objektiivista tietoa kadunrakennuksensa työmaiden kaivinkoneiden tehokkuudesta.

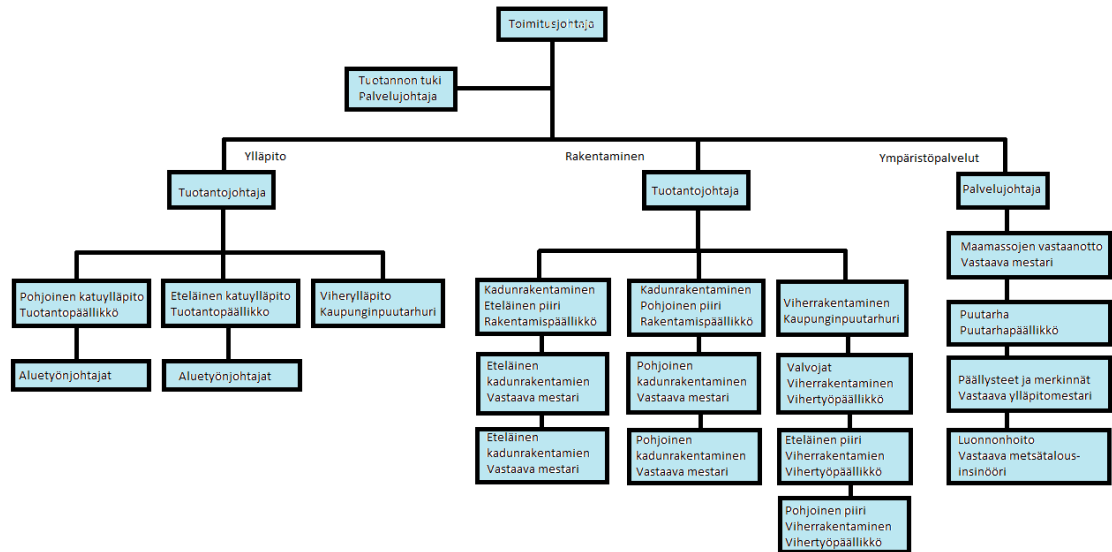
1.1 EKA-liikelaitos

Espoon kaupungin hallinto-organisaatio koostuu kuvan 1 mukaisesti konsernihallinnosta ja neljästä toimialasta, joita ovat sosiaali- ja terveystoimi, sivistystoimi, tekninen ja ympäristötoimi sekä palveluliiketoimi. Toimialoja valvoo ja ohjaa kaupunginhallitus, valtuusto, lautakunnat ja johtokunnat. [1.]



Kuva 1. Espoon organisaatiokaavio [1.]

EKA-liikelaitos on perustettu vuonna 2011 ja se on osa Espoon kaupungin palveluliiketoimea. Palveluliiketoimi koostuu yhteensä kymmenestä liikelaitoksesta ja tulosyksiköstä. EKA-liikelaitoksen toimialana on muun muassa katujen ja puistojen rakentaminen sekä ylläpito. EKA-liikelaitoksen pääasiallinen asiakas on Espoon kaupungin Tekninen keskus. EKA-liikelaitoksen organisaatio kuvan 2 mukaisesti koostuu tuotannon tuesta, katuyläpidosta, kadunrakennuksesta ja ympäristöpalveluista. Organisaatiota johtaa toimitusjohtaja. Kadunrakennuksen yksikkö on jaettu pohjoiseen ja eteläiseen piiriin, joita johtaa tuotantojohtajan alaisuudessa rakentamispäälliköt. Molempien rakentamispäälliköiden alaisuudessa toimii kaksi vastaavaa rakennusmestaria, joilla puolestaan on alaisuudessaan kaksi työmaamestaria. [7.]



Kuva 2. EKA-liikelaitoksen organisaatiokaavio [32.]

Espoo-konsernin ja EKA-liikelaitoksen toimintatapoja, tavoitteita ja kehityssuuntaa ohjaavat muun muassa toimintaohjeet, johtosäännöt, Espoo -strategia (Espoo -tarina) ja vuosittaiset talousarviot.

EKA-liikelaitoksen liikevaihdon tulisi talousarvion mukaan olla vuonna 2014 55 miljoonaa euroa. Liikevaihdesta noin kuusi prosenttia on ulkoista myyntiä, lähinnä maamassojen- ja lumenvastaanotosta koostuen. Loput 94 prosenttia liikevaihdesta on Espoon organisaation sisäistä myyntiä. Syyskuun talousennusteen perusteella liikevaihto tulee laskemaan 7,6 miljoonaa euroa talousarvion mukaisesta liikevaihdesta ja 11,4 miljoonaa euroa vuoden 2013 tilinpäätöksestä. Liikevaihdon supistuminen muodostuu lähinnä teknisen keskuksen ostojen vähenemisestä. EKA-liikelaitoksen taloussuunnitelma vuosille 2014 - 2016 asettaa suunnitelmakauden tärkeimmiksi tavoitteiksi

- henkilöstö- ja koneresurssien käytön tehostaminen käyttöastemittausten ja työaikajärjestelyiden avulla
- maansiirtoautojen odotusajan vähentäminen vuoden 2014 aikana 10 %
- 3D-koneohjausjärjestelmien käyttöönotto

- rakentamisen hankeseurannan kehittäminen ja työ- ja tilauskannan suunnitelmallisempi ohjaus ja seuranta. [35;43.]

1.2 Työnkulku EKA-liikelaitoksen kadunsaneeraushankkeessa

EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työkohteista suurin osa on kadunsaneeraushankkeita. Usein saneerauskohteen lähtökohtana on parantaa olemassa olevan kadun rakennekerroksia. Saneerattavien kohteiden rakenteet saattavat olla alimitoitettuja routimisen tai kantavuuden suhteen, puutteellisesti suunniteltuja tai rakennettuja tai tulleet elinkaarensa loppuun. Usein saneeraushankkeeseen kuuluu myös Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) puolesta suoritettava vesihuoltoverkoston ja hulevesijärjestelmän saneeraus tai rakentaminen.

Lähtökohtaisesti työkohteen työryhmä koostuu pääkoneesta (16–19 tonnin painoinen pyöräalustainen tai kuvan 3 mukainen 21 tonnin painoinen tela-alustainen kaivinkone), mahdollisesta apukoneesta (traktorikaivuri tai 16–19 tonnin painoinen pyöräalustainen kaivinkone), kahdesta neljään putkiasentajaan, keskimäärin kahdesta kuorma-autosta ja työmaamestarista. Työ järjestellään kohteesta ja työryhmän tottumuksista riippuen usein niin, että pääkone kaivaa katuleikkauksen, sekä putkikaivannon ja apukone suorittaa rakennekerrosten ja mahdollisuuksien mukaan putkilinjan täyttötööt murskeella toiselta puolen kaivantoa.



Kuva 3. 21 tonnin painoinen tela-alustainen kaivinkone kaivamassa putkikaivantoa [38.]

Putkiarinnan ja alkutäytön tekee tilanteesta ja työmaasta riippuen joko pääkone tai apukone. Edellisten lisäksi työmaalla on tarvittaessa käytettävissään useamman työmaan kanssa yhteinen mittausryhmä.

1.3 Tilaaja-tuottaja malli

Julkisten palveluiden tuotannon organisoimista niin, että tuottajan ja tilaajan roolit erotetaan toisistaan, kutsutaan tilaaja-tuottaja -toimintatavaksi. Tilaaja-tuottaja mallissa tilaajana toimii julkinen taho esimerkiksi Tekninen keskus Espoossa. Tuottajana puolestaan voi toimia jokin yksityinen tai kaupungin oma organisaatio, esimerkiksi EKA-liikelaitos. Tuottajan ja tilaajan välistä keskinäistä toimintaa ohjataan sopimuksin. Tilaaja-tuottaja -mallia pidetään parhaiten hyödynnettävänä kasvukeskuksissa, koska haja-asutusalueilla ei välttämättä ole toimivia yksityisiä palvelumarkkinoita. Jos yksityisillä markkinoilla on vain vähän toimittajia, voi toiminnan ulkoistaminen johtaa siirtymiseen kunnallisesta monopolista yksityiseen monopoliin, koska aitoa markkinatilannetta ei tällöin synny. Tilaaja-tuottaja -mallissa tilaajalle kilpailutuksesta, sopimusten laadinnasta ja niiden noudattamisen valvonnasta syntyviä kustannuksia kutsutaan transaktiokustannuksiksi. [16; 21, s. 7-8,13,62.]

EKA-liikelaitos on osa kunnan varsinaista organisaatiota, jolloin se on tyypiltään kunnan liikelaitos. Muita kunnallisen liikelaitoksen tyyppejä ovat kuntayhtymän liikelaitos ja liikelaitoskuntayhtymä. Liikelaitokset on taloudeltaan eriytettyjä, kuntalain alaisia, jotka ovat oikeudellisesti epäitsenäisiä subjekteja. Kuntalain 87 a §:n mukaan kunnallinen liikelaitos voidaan perustaa liiketoimintaa tai liiketaloudellisten periaatteiden mukaan hoidettavaa tehtävää varten. Kuntalain 2 §:n mukaan liikelaitoksen tehtävien ja toiminnan on kuuluttava kunnan toimialaan. [16; 21, s. 42.]

Tilaaja-tuottaja -mallin käyttöönotossa tavoitteena on usein oman palvelutuotannon tehostaminen roolien selkeyttämisen, kustannustietoisuuden lisäämisen ja tuotteistamisen avulla. Riskeinä tilaaja-tuottaja -mallissa kustannusten kannalta on hallinnointikustannusten mahdollinen nousu ja transaktiokustannukset. [16.]

Tilaaja-tuottaja -mallin huonona puolena voidaan nähdä taloudellisesti itsenäisen yksikön mahdollisuus taipua osaoptimointiin. Osaoptimoinnissa nettoyksikkö tai liikelaitos tekee ratkaisuja itsensä näkökulmasta, jolloin ratkaisut voivat olla yksikön oman edun kannalta edullisia, mutta koko kunnan näkökulmasta huonoja. Liikelaitos voi tarvittaessa tehdä myös itsensä kannalta liiketaloudellisesti huonoja ratkaisuja pyrkien tekemään kunnan kannalta kokonaistaloudellisia ratkaisuja. Edellisen kaltaisesta tilanteesta hyvänä esimerkkinä käy kaupungin omien työkonien käyttäminen eri yksiköi-

den välillä, vaikka ne olisivat liikelaitokselle tuntihinnaltaan yksityisen urakoitsijan työ-koneita kalliimpia. [21, s. 18,35,63-64.]

2 Maarakennuskonepalveluiden sopimusjärjestelmä

EKA-liikelaitos tilaa maarakennuskoneet yksityisiltä urakoitsijoilta tuntiinä kuljettajan kanssa perustuen kaksivuotisiin puitesopimuksiin. Urakoitsijat kilpailutetaan hankintalain mukaisesti. Palvelusopimukset tehdään yksitellen järjestysluvultaan ensimmäisen kokonaistaloudellisesti edullisimman vapaana olevan työkohteeseen lisälaitteiden osalta soveltuvan työkoneen omistajan kanssa. Järjestysluvun asettamisessa otetaan huomioon myös koneen käyttöönottovuoteen perustuva pisteluku ja alle tier 3 - päästöluokan koneita ei huomioitu edellisellä tarjouskierroksella (sopimuskausi 2014–2015) lainkaan. [32.]

Tarjouspyynnön liitteenä olleessa alustavassa konetarveluettelossa on esitetty kone-luokittain pyydetävän koneen perusvarustus ja tarjouspyynnössä pyytämättömistä lisälaitteista on annettu mahdollisuus tehdä tarjous laitteen käytöstä veloitettavine lisähin-toineen. Tarjottuja lisälaitteita ovat muun muassa iskuvasara, digitaalinen kai-vusvyysmittari (osassa koneita perusvaruste), rapikauha, välppäkauha, tärylevy, tar-tuntapihdit ja 3D-koneohjausjärjestelmä. Yksittäisellä urakoitsijalla voi olla yksi tai use-ampia maarakennuskoneita EKA-liikelaitoksen palveluksessa ja näin ollen EKA-liikelaitoksen konekanta muodostuu hyvin erilaisten ja kokoisten koneurakoitsijoiden palveluista. [32.]

Puitejärjestelmässä sovitaan tietyllä ajanjaksolla toteutettavista hankintasopimuksista. Joitain hankinnan ehtoja voidaan jättää myöhemmin sovittavaksi, eikä puitejärjestely välttämättä vielä sido osapuolia ostamaan tai tuottamaan hankittavia palveluita. Han-kintalain pykälän 31 mukaan toimittajat puitejärjestelyyn voidaan valita käyttäen joko avointa tai rajoitettua hankintamenettelyä. Avoin menettely tarkoittaa hankintamenette-lyä, johon hankintayksikön julkaiseman hankintailmoituksen mukaisesti kaikki halukkaat voivat osallistua. Rajoitetussa hankintamenettelyssä hankintayksikön julkaiseman han-kintailmoituksen perusteella kaikki halukkaat voivat pyytää lupaa osallistua tarjouskil-pailuun. Rajoitetussa menettelyssä tarjouksen voi tehdä vain hankintayksikön valitse-mat ehdokkaat. Hankintasopimukset tulee tehdä alkuperäisten puitejärjestelyn osapuo-lien kesken. Puitejärjestelyn sopimusehtoihin ei voi tehdä merkittäviä muutoksia sen voimassaolon aikana. Kilpailutuksen tulee olla tasapuolinen ja syrjimätön. [13 s. 46–47; 14]

Opinnäytetyön tekohetkellä EKA-liikelaitoksen puitesopimuksien voimassaoloaika on 1.1.2014–31.12.2015. Kyseiselle ajanjaksolle on solmittu puitesopimus 103:sta eri koneesta Gradall-merkkisistä erikoiskoneista liikennetraktoreihin. EKA-liikelaitoksen katu-ylläpidon kuorma-autot ja työkoneet on kilpailutettu erikseen, eivätkä ne sisälly edellisen lukumäärään. EKA-liikelaitoksen kalustopankin tietojen mukaan opinnäytetyön tekohetkellä kadunrakennuksen yksikössä on käytössään yhteensä 17 kaivinkonetta ja kahdeksan traktorikaivuria. [24.]

Kaivinkoneista 13 on kuvan 5 kaltaisia pyörräalustaisia kaivinkoneita. Kalustopankkiin on listattu maarakennuskoneet ja autot, joiden kanssa EKA-liikelaitos on tehnyt puitesopimuksen ja kalustopankista voi tarkastella vapaana ja käytössä olevaa kalustoa sekä niiden varauspäivän, varaajan, tuntihinnan, lisälaitteet, merkin, mallin, yrityksen ja yhteystiedot. Kadunrakennuksen opinnäytetyön tekohetkellä käytössä olleiden kaivinkoneiden keskituntihinta on 50,00 € (ALV 0%) ottamatta huomioon mahdollisia lisälaitteista muodostuvia kustannuksia. Keskimääräisten vuotuisten työtuntien ollessa arviolta noin 1700 huomioituna neljän viikon lomalla, arkipyhillä ja työajan lyhennyksellä muodostuu yhden kaivinkoneen kustannukseksi keskimäärin noin 85000 € vuodessa huomioimatta mahdollisia ylitöitä ja lisälaittekustannuksia. [24.]



Kuva 5. Pyörräalustainen kaivinkone kadunrakennustyömaalla [32.]

2.1 Koneluokat

Kaivinkoneet luokitellaan työpainon, alavaunun tyyppin ja moottoritehon perusteilla liitteen 1 mukaisiin luokkiin KKHp 08 - KKHp 21 ja KKHt 00 - KKHt 55. KKHp tarkoittaa hydraulista pyöräalustaista kaivinkonetta ja KKHt puolestaan hydraulista tela-alustaista kaivinkonetta. EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksella on käytössään kaivinkoneita koneluokista KKHp 16, KKHp 19 ja KKHt 21. [9.]

2.2 Hintavertailu

Konerinki Oy:n palveluhinnaston 1.2.2013 mukaiset tunti hinnat on taulukon 1 mukaisesti EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksella käytössä oleville koneluokille 73,80 € - 81,90 €. Taulukossa 2 on vertailtu Konerinki Oy:n palveluhinnaston ja EKA-liikelaitoksen puitesopimusten mukaisia lisälaitehintoja. [10.]

Taulukosta 1 on nähtävissä, että EKA-liikelaitoksen puitesopimusten mukainen tuntihinta kaivinkonepalveluille on melko edullinen. EKA-liikelaitoksen puitesopimusten mukainen tuntihinta 19 tonnin painoiselle pyöräalustaiselle kaivinkoneelle on noin 40 % edullisempi kuin Konerinki Oy:n palveluhinnaston mukainen tuntihinta ja kauhanpyörittäjän kanssa edellisen konetyypin tuntihinta puitesopimuksen mukaan on 48 % Konerinki Oy:n palveluhinnaston mukaista hintaa edullisempi. Hintavertailussa on syytä ottaa huomioon muun muassa kauhanpyörittäjän välttämättömyys tehokkaaseen työkentelyyn vaativissa kadunrakennuskohteissa. Kauhanpyörittäjän runsas tarve nostaisi Konerinki Oy:n palveluhinnaston mukaista tuntihintaa oleellisesti verrattuna puitesopimusten mukaisiin hintoihin, joihin kauhanpyörittäjä sisältyy koneen tuntihintaan perusvarusteena. EKA-liikelaitoksen puitesopimuksen mukaisen tuntihinnan arvioinnissa on huomioitavaa, että kaivinkoneiden työaikaan sisältyy jonkin verran odotusaikaa, jolloin maksettu tuntihinta ei ole sama kuin tehokas tuntihinta.

Taulukko 1. Konerinki Oy:n konepalveluiden ja EKA-liikelaitoksen puitesopimusten keskituntihinnan vertailu [10.]

Kone	Konerinki €/h (ALV 0 %)	EKA:n puitesopimuksen mukainen keskihinta €/h (ALV 0 %)
KKHt 21	73,80	51,50
KKHt 25	79,20	54,73
KKHp 16	77,90	49,34
KKHp 19	81,90	49,21

Taulukko 2. Konerinki Oy:n lisälaitetaksujen ja EKA-liikelaitoksen puitesopimuksien lisälaitte-keskituntihinnan vertailu [10.]

Lisälaitte	Konerinki Oy €/h (ALV 0 %)	EKA:n puitesopimuksen mukainen keskihinta (ALV 0 %)
Asfalttileikkuri KKht/KKHp	7,00/10,00	perusvaruste
Kauhanpyörittäjä (peruskone 13-24 tn)	13,00	perusvaruste
Routakoukku	7,00	perusvaruste, jos sisältyy koneeseen
Iskuvasara (alle 1500 kg / 1500 kg ja yli)	32,00/42,00	30,00–46,00

3 Työsuoritteisiin vaikuttavia ilmiöitä kadunrakennushankkeissa

Tässä luvussa käsitellään kadunrakennushankkeen tehokkuuteen vaikuttavia ilmiöitä useasta eri näkökulmasta.

3.1 Kapasiteettikäsitteitä

Kapasiteetilla tarkoitetaan rakennuskoneen tekemää työtä aikayksikköä kohden. Kapasiteetti voidaan jakaa neljään eri ryhmään riippuen siitä, mitä työtä sisällytetään työhön käytettyyn aikaan. Eri kapasiteettilajeja ovat peruskapasiteetti (k_1), menetelmäkapasiteetti (k_2), työvuorokapasiteetti (k_3) ja työvaihekapasiteetti (k_4). [6, s.44.]

Peruskapasiteetti on koneen optimioloissa saavuttama tulos, jossa ei huomioida lainkaan mitään perustyötä häiritsevää tapahtumaa. Todellinen saavutettu työvuorokohtainen teho voi olla puolet tai vähemmän peruskapasiteetista, joten se on liki teoreettinen käsite. Peruskapasiteettia voidaan hyödyntää samantyyppisten koneiden keskinäiseen vertailuun esimerkiksi kahden erimerkkisen kaivinkoneen vertailuun. [2, s.47; 1, s.45.]

Menetelmäkapasiteetissa ei oteta huomioon koneen ja kuljettajan taukoja. Työmenetelmään kuuluvat hidastukset esimerkiksi koneen siirrot, autojen vaihtoon menevä aika ja pohjan tasaukset autoille lasketaan työaikaan. Menetelmäkapasiteetin avulla voidaan vertailla eri konetyyppejä keskenään, esimerkiksi pyöräkuormaajaa ja kaivinkonetta. Menetelmäkapasiteetti sopii myös eri työmenetelmien vertailuun tai koneiden esimerkiksi kaivinkoneen ja kuorma-autojen tahdistamiseen eli synkronointiin. [2, s.47; 3, s.188.]

Työvuorokapasiteetti ottaa huomioon edellisten lisäksi myös lyhyet työn yhteydessä syntyvät keskeytykset esimerkiksi kuljettajien tauot, työnjohdon ohjeiden kuuntelemiseen kuluvan ajan, sateen aiheuttamat viivästykset, konerikot, työkoneneen tankkaukset ja vähäiset (alle tunnin kestoiset) huollot. Työvuorokapasiteetin avulla voidaan laskea työmaan aikaperusteiset kustannukset ja se perustaa myös pohjan urakkatarjouksen laskijalle. Työvuorokapasiteetin avulla voidaan myös tehdä työsuunnitelmien ajoituslaskelmat, määrittää työn aikasidonnaiset kustannukset ja vertailla työpaikkajärjestelyjä sekä työolosuhteita keskenään. [2, s.47; 3, s.188.]

Yleensä kilpailutilanteessa tilaaja ja koneurakoitsija selventävät sopimuksessa tuntihintaan kuuluvat ja kuulumattomat tauot. Pääasia taksoja sovittaessa on, että molemmat osapuolet ovat perillä yksityiskohdista. Työvuorokapasiteetti on kapasiteettikäsitteistä käyttökelpoisin, sillä se tarjoaa todenperäisen tiedon työsaavutuksista ja usein sekä koneurakoitsija että tilaaja kerääkin tietoa työvuorokapasiteetista hyödynnettäväksi urakalaskennassa ja tuntitaksojen laskemiseen. [2, s.47; 3, s.188.]

EKA-liikelaitoksen konepalvelusopimuksissa on määritelty puolen tunnin ruokatauko kuulumattomaksi veloittettavaan työaikaan. Myös kuorma-autojen ja koneiden tai niiden lisälaitteiden huollosta ja korjauksesta työpäivän aikana ei sopimusten mukaisesti urakoitsijan tule laskuttaa työn tilaajaa. [36.]

Työvaihekapasiteetti ottaa kattavasti huomioon edellisten lisäksi myös isommissa projekteissa ilmaantuvia työntekoa hidastavia odotusjaksoja ja erilaisia seisokkeja, joten se kuvaa isojen puitteiden aikatauluja ja kokonaisaikoja. Työvaihekapasiteetti ei liene kovinkaan laajasti käytetty mittari, sillä kokonaisaikoja voitaneen arvioida paremmin tapauskohtaisesti todennäköisiä aikatarpeita arvioiden. Työvaihekapasiteetti soveltuu kuitenkin työsuunnitelmien ajoituslaskelmien tekoon ja työn kustannusten laskemiseen. [2, s.47; 3, s.188.]

3.2 Kaivinkoneen tehokkuuteen liittyviä ilmiöitä

3.2.1 Kaivuvastus

Kaivuvastaus on maan irrottamiseen ja kauhan täyttämiseen tarvittava voima. Kaivuvastuksessa merkittävä tekijä on maaperän ominaisuuksista riippuva maan irrottamisvastus. Vastusta lisäävät myös kauhassa jo olevan maan paino ja kaivun aikana tapahtuvat erilaiset kitkavoimat. [2, s.16.]

Tiivis lohkarainen moreeni on kaivuvastukseltaan haastavimpia Suomesta löytyviä maalajeja. Karkearakeisten lajittuneiden maalajien kaivuvastus on merkittävästi pienempi kuin moreenien kaivuvastus. Hienorakeisten savien ja silttien leikkauslujuudesta riippuva kaivuvastus on vain noin kymmenesosa moreenien kaivuvastuksesta. Tavanomaisilla hydraulisilla kaivinkoneilla kaivuvastus ei vaikuta merkittävästi kaivinkoneen työtehoon maalajin ollessa jotain muuta kuin moreenia. [2, s.16.]

Rakennettujen maakerroksien kaivuluokat on eritelty omiksi kaivuluokiksi pääasiallisen maalajin mukaan, joita ovat muun muassa hiekka, moreeni, murske, karkeaksi räjäytetty louhe ja hienoksi tai keskikarkeaksi räjäytetty louhe. [3, s.17.]

3.2.2 Häiriintyminen

Hienorakeiset maat ja hienoainespitoiset moreenit muuttuvat helposti juokseviksi kastuessaan sateella tai kaivaessa pohjavedenpinnan alapuolelta. Materiaalin muuttuessa juoksevaksi työsuoritus heikkenee, sillä materiaalia ei pysty mahduttamaan yhtä paljon kauhalliseen ja kuormakokoa pitää pienentää, jottei kuorma valu lavan laitojen yli. Kuivana hyvin kantava moreenipohja voi kastuessaan muuttua kantamattomaksi, jolloin moreenin päälle tehty työmaatie voi muuttua käyttökelvottomaksi. [2, s.17.]

Saneerauskohteissa työ usein päästään suorittamaan vanhan kantavan rakenteen päältä, jolloin häiriintyminen tuottaa ongelmia pääsääntöisesti kaivun ja kuljetuksen suhteen, sillä usein saneerauskohteissa uuden rakenteen kerrospaksuudet ovat suuremmat kuin vanhassa rakenteessa.

3.2.3 Kuljetettavuus ja läjitettävyys

Kuljetettavuus on maan käyttäytymistä siirrettäessä sitä ajoneuvolla. Hienorakeiset maa-ainekset esimerkiksi savi ja siltti ovat vaikeasti kuljetettavia silloin, kun niiden kosteusprosentti on juoksurajan yläpuolella. Tällöin maa-aines pyrkii häiriinnyttyään purkautumaan lavan raoista ja käännöksissä lavan reunojen yli, jolloin ei voida hyödyntää ajoneuvon lavan täyttä tilavuutta. [2, s.20.]



Kuva 6. Pyöräkuormaaja läjittämässä savea Espoon maanvastaanottoalueella [38.]

Vettyneet hienorakenteiset maat ovat vaikeasti läjitettäviä, sillä niistä ei voi tehdä kuvan 6 mukaisia kasoja eikä penkereitä niiden koossa pysymättömyyden johdosta. Vaikean läjitettävyyden johdosta vettyneiden hienorakenteisten maiden läjitysmaksu on esimerkiksi Espoon maanlajitysalueella nelinkertainen verrattuna hyvin kantavaan kuvan 7 tapaisesti läjitettävään maa-ainekseen. [2, s.20; 4.]



Kuva 7. Puskutraktori rakentamassa maisemointiluiskaa Espoon maanvastaanottoalueella [38]

3.2.4 Talviolosuhteet

Talvi voi hidastaa kaivinkoneiden työskentelyä merkittävästi, sillä vahvasti routaantunut maata voi olla mahdoton kaivaa rikkomatta routaa. Yleisimmin EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla routaa rikotaan kaivinkoneeseen liitettävällä iskuvasaralla. Routaa voi rikkoa myös kaivinkoneeseen liitettävällä routakoukulla, jos routa ei ylety kovin syväälle maaperässä. Maassa jo olevien vanhojen putkien ja kaapeleiden lähellä routa joudutaan usein sulattamaan esimerkiksi kuvan 8 kaltaisella roudansulatusjärjestelmällä



Kuva 8. Öljykäyttöinen Roudax-roudansulatusjärjestelmä [40.]

Roudan mekaaninen rikkominen kuvan 9 kaltaisella hydraulisella iskuvasaralla ole-massa olevien kaapeleiden ja putkien lähellä voi herkästi johtaa putkien tai kaapeleiden rikkoontumiseen. Routainen maa johtaa usein myös kaivannon ylikavaimiseen, sillä routaantunut maa irtoa lohkareina. Maan lohkareinen irtoaminen voi johtaa myös hy-välaatuisten hyödynnettävien maakerrosten sekoittumisen huonompilaatuisiin maala-jeihin, jolloin joudutaan viemään hyvälaatuista maata läjitysalueelle. Runsaslumisena talvena rakennustöitä hidastaa myös lumen poisto työskentelyalueelta. Heikosti kanta-valla maapohjalla routaa voidaan käyttää hyödyksi, sillä jäätyneellä maapohjalla pärjä-tään kevyemmillä työmaateilla. [2, s.21.]



Kuva 9. Rammer-merkkinen hydraulinen iskuvasara liitettynä kaivinkoneeseen [41.]

3.2.5 3D-koneohjaus

Koneohjauksella tarkoitetaan työmaan kolmiulotteista tietokonemallintamista hyödyntävää työkoneeseen asennettua järjestelmää, joka paikanninjärjestelmän avulla mittaa työkoneen työlaitteen sijaintia työmaan kolmiulotteisessa mallissa ja näin opastaa kuljettajaa työskentelemään suunnitelmien mukaisesti. Koneohjausjärjestelmään kuuluu kuvan 10 kaltainen näyttö, joka näyttää kuljettajalle muun muassa suunnitellun leikkauspinnan, kauhan sijainnin suunnitelmaan nähden ja mahdollisesti myös jo olemassa olevia rakenteita kuten putkia. [25;26.]



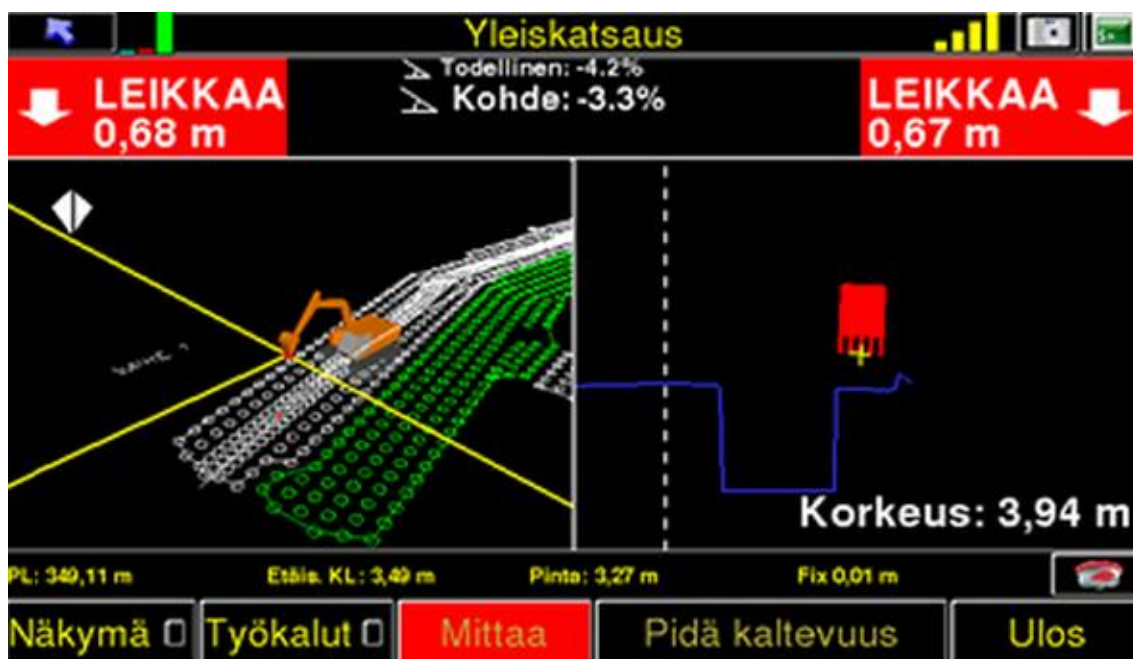
Kuva 10. Leican valmistama koneohjausjärjestelmän näyttö [31.].

Koneen sijaintitieto paikallistetaan takymetrin tai gps-laitteiston avulla. Työmaan digitaalinen tietomalli tai digitoitu paperisuunnitelma voidaan syöttää koneohjausjärjestelmään ulkoisesti usb-muistitikun avulla tai langattomasti hyödyntäen matkapuhelinverkkoa. Koneohjausjärjestelmän avulla voidaan myös mitata suhteellisen tarkkaa toteumatietoa ja osa laitteistoista mahdollistaa etähallinnan ja reaaliaikaisen työkonene seurannan. [25;26;30.]

Koneohjauksen etuina nähdään pienentyneet polttoainekulut, vähentyneet mittauskulut, tehokkaampi työaika ja vähentynyt ylikaisu. Koneohjauksen odotetaan myös parantavan laatua parantuneen sijaintitiedon seurannan johdosta ja tihentyneen toteumatiedon seurannan johdosta. [25;26.]

EKA-liikelaitoksella on opinnäytetyön tekohetkellä meneillään pilottihanke koneohjauksesta. Pilottihankkeessa kahdessa kaivinkoneessa on käytössä Scanlaserin ix3D koneohjausjärjestelmä, jonka näkymästä esimerkkinä kuva 11. Hanke on osa valtakunnallista InfraFINBIM-hanketta, jonka tavoitteena on koneohjausjärjestelmien hankintamenettelyjen kehittäminen, standardien ja rajapintojen luominen ja suunnittelun ja rakentamisen uusien prosessien kehittäminen. Hankkeessa rakennetaan Espoossa

sijaitsevat kadut Tammitie, Vaahteratie, Vaahteramäki, Tammikuja ja Pihlajatie. [27;28;31.]



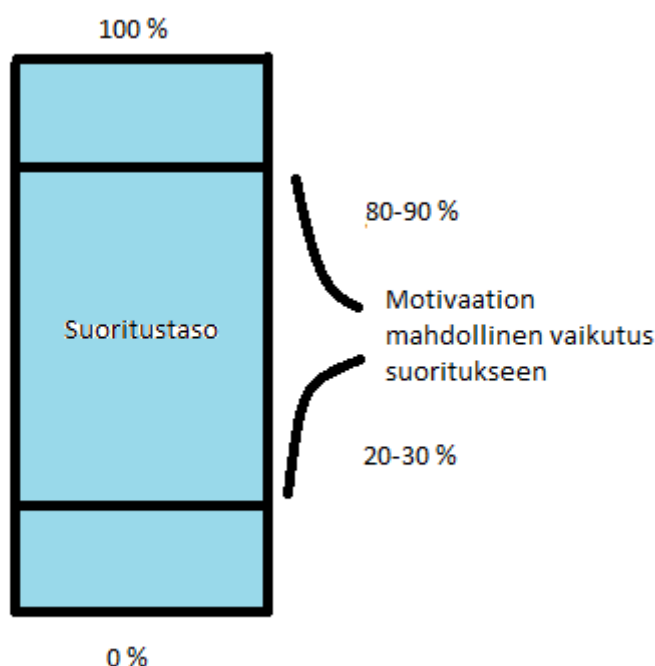
Kuva 11. 3D-koneohjausjärjestelmän näkymä [31.]

EKA-liikelaitoksella on 3D -pilottikohteissa käytettävissään myös tablet-päätelaitteella käytettävä Hohtolabs-yrityksen valmistama Infrakit-ohjelmisto. Infrakit-ohjelmiston avulla putkiasentajat ja työnjohto voivat tarkastella työmaan kolmiulotteista mallia työmaalla. Pilottihankkeen kadut rakennetaan niin sanottuina kepittöminä työmaina, jolloin Infrakit auttaa henkilöstöä hahmottamaan työmaan kokonaisuutta. [30.]

Koneohjaus, vähentäessään mittamiehen ja putkiasentajan työmäärää kaivun yhteydessä, tulee lisäämään kaivinkoneen kuljettajan vastuuta entisestään. Lillsund on tutkinut koneohjauksen tuomia kustannussäästöjä putkitustyömaalla, jolla rakennettiin 2,7 kilometriä vesihuollon runkolinjaa 800 mm teräsputkesta saviseen maahan Espoossa. Syntyneet kustannussäästöt arvioitiin ajallisesti putkitukseen liittyvän työn ja mittaus-työn johdosta kahden asennettavan putken matkalta keston suhteen. Koneohjauksen todettiin tuovan kustannussäästöjä keskimäärin 22,6 % verrattuna normaaliin työskentelyyn. Kaivinkoneen polttoaineenkulutuksessa säästöä todettiin syntyvän 29 %. [29; 30.]

3.3 Motivaatio

Henkilöstön motivaatio on erittäin merkittävä yksittäinen työtehoon vaikuttava tekijä. Motivaatio voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen motivaatioon. Sisäisellä motivaatiolla tarkoitetaan hyvän motivaation syntyvän tekemisen mielekkyydestä itsessään. Ulkoisessa motivaatiossa motivaattoreina toimivat erilaiset palkkiot ja rangaistusten välttäminen. Alhaisella motivaatiotasolla on arvioitu suoritustason olevan kuvan 12 mukaisesti vain 20–30 % ideaalitasosta. Hyvällä motivaatiolla voidaan saavuttaa jopa 80–90 % suoritustaso ideaalitalanteesta. [8, s.28; 19, s. 114.]



Kuva 12. Motivaation vaikutus suoritustasoon [19, s. 114.]

Ulkoisia motivointikeinoja on kehitetty yrityksissä jo pitkään ja EKA-liikelaitoksella onkin monin paikoin käytössä muun muassa joustava työaika, mutta kadunrakennuksen yksikössä ei ole tällä hetkellä käytössään kannustinjärjestelmää. Aiempi kannustinjärjestelmä, ammattiryhmäkohtainen lisä, poistui 2010 ja tilalle tuli työsuorituksen arvioinnin perusteella maksettava määräaikainen henkilökohtainen lisä.

Sisäisen motivoinnin keinoja on yleisesti ottaen kehitetty melko vähän, joten toimivien sisäisten motivaattoreiden avulla on odotettavissa hyviä tuloksia työympäristön tuottavuuden suhteen. Edeltävästä johtuen motivaation kehittämisessä olisi syytä panostaa

erityisesti sisäiseen motivaatioon vaikuttaviin tekijöihin. Työntekoa voidaan pitää tuottavampana silloin, kun työntekoa ohjaa työntekijän oma tahto tehdä työtä laadukkaasti ja tehokkaasti, eikä vain työnjohdon sanelema käsky tehdä jotakin. Monien tutkimusten perusteella suorituksen ulkoinen palkkio saattaa lisätä myös sisäistä motivaatiota. [8, s.98–99; 11, s. 48.]

Yrityksen johtamiskulttuurilla ja työn merkityksellä työntekijöille on suuri merkitys työyhteisön motivaatioympäristöön. Esimiehen kannustavuus tai sen puute ja alaisilta tulevien ajatusten ja kehitysideoiden huomioonottaminen voi vaikuttaa merkittävästi työryhmän ilmapiiriin. Yrityksen vision tulisi olla selkeästi määritelty ja jokaiselle työntekijälle informoitu, jolloin kaikille olisi yrityksen tulevaisuuden suunta selvillä. Visio muun muassa helpottaa muutostoimenpiteiden käyttöönottoa ja niihin motivoitumista ja sitoutumista. [8, s. 102, 105.]

Työmotivaation on todettu kasvavan työhyvinvointiohjelmien avulla, jotka sisältävät esimerkiksi liikuntapäiviä, elämyspäiviä, esimieskoulutusta ja seminaareja. Työhyvinvointipäivien hyötynä voidaan pitää myös sellaisten työntekijöiden toisiinsa tutustumista, jotka eivät tavallisesti työtehtävien yhteydessä ole tekemisissä keskenään. EKA-liikelaitoksen kannalta edellisen perusteella on tärkeää, että työhyvinvointipäivät järjestetään tarpeeksi laajoille ryhmille, jotta eri yksiköiden henkilöt tutustuvat toisiinsa hyvin, jolloin on odotettavissa yhteistyön paranemista. Työympäristön viihtyisyys itsessään vaikuttaa merkittävästi motivaatioon ja työn tuottavuuteen. [8, s.95-96.]

3.4 Tiimityöskentely

Kadunrakennus on tiimityöskentelyä, sillä kaivinkoneenkuljettajaa tarvitaan kaivamaan kaivanto, putkimiehiä asentamaan kaivantoon tulevat putket sekä kaivot ja koneenkuljettajaa suorittamaan kaivannon täytöt. Autonkuljettajaa tarvitaan kuljettamaan ylijäämämaamassat maanläjitysalueelle ja toimittamaan mursketta työmaalle eri tarkoituksiin. Sosiaalinen yhteenkuuluvuuden tunne parhaimmillaan parantaa huomattavasti eri osapuolien sisäistä motivaatiota ja näin ollen hyvä ryhmähenki voi johtaa parempiin tuloksiin niin laadun kuin työtehonkin puolesta. Yhdeksi haasteeksi EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla tiimityöskentelyn kannalta on havaittavissa työryhmien aliurakoitsijapainotteisuus, minkä johdosta työmaan eri toimijoilla saattaa olla keskenään erilaisia henkilökohtaisia tavoitteita. [8, s.140.]

Aliurakoitsija työskentelee tarjoamallaan kiinteällä tuntihinnalla, jolloin urakoitsijan kate on suoraan verrannollinen tehtyyn työmäärään, sillä tiiviimpi työtahti johtaa suurempiin kustannuksiin. Näin ollen aliurakoitsijoiden tehokkuutta ohjaa lähinnä sisäinen motivaatio ja pelko puitesopimuksen menetyksestä. Aliurakoitsijan palveluksessa olevaa kuljettajaa todennäköisesti ohjaa sisäinen motivaatio ja pelko työpaikan menetyksestä. Aliurakoitsijoihin kohdistettu tehokkuuteen perustuva palkitsemisjärjestelmä kannustaisi haastatteluiden perusteella kokonaistehokkaampaan toimintaan.

EKA:n kadunrakennuksen työryhmiä voitaneen pääosin pitää itseohjautuvina tiimeinä. Itseohjautuva tiimi tarkoittaa autonomiaa eli laajaa valinnanvapautta yksilötasolla. Itseohjautuvuuden oletetaan parantavan tiimin tuottavuutta ja tuloksellisuutta, koska tällöin henkilöstön vastuuntunne lisääntyy ja työ koetaan merkityksellisemmäksi. Vähäinen autonomia aiheuttaa käskyttämisen tunnetta, jolloin työstä tulee pakonomaista ja vastuullisuuden tunne työstä vähenee. Toimiva ja tehokas tiimi tarvitsee tuekseen riittävät henkiset ja fyysiset resurssit, organisaation yhteiset pelisäännöt, tulospalkkion ja tehokkaan seurannan, jonka pohjalta asiallisen palautteen. Asiallinen palaute tukee tiimin oppimista, kehittymistä ja toimintatapojen kehittämistä. [11, s.110-1112; 8 s.105-106; 12, s.208-209.]

Työn arvioitsijoiden läsnäolon tai sen puutteen oletetaan vaikuttavan suorasti tiimin toimintaan. Arvioitsijan läsnäolo aiheuttaa tiimissä virittyneisyyttä, mikä puolestaan parantaa suoriutumista erityisesti tavanomaisissa tehtävissä, mutta saattaa heikentää suoriutumista haasteellisemmissa tehtävissä. Arvioinnissa työn tehon standardien ja laadun on oltava tiedossa, jotta arviointi on ylipäättään mahdollista. [11, s.110.]

Kadunrakennuksessa haasteen arvioinnille luo työkohteiden erilaisuus, jolloin yleispätevien standardien laatimien on haasteellista. Kadunrakennuksen silmämääräinen tehokkuuden arviointi on siitäkin syystä haastavaa, että tehokkaaltakin näyttävä työskentely ei sitä välttämättä ole. Kaivinkoneen tehokkuuden arvioinnissa ei ole oleellista tarkastella, kuinka nopeasti kone liikkuu vaan arvioida tehokkuutta määrien kautta esimerkiksi kuormausaikaa kuorman kokoon suhteutettuna. Edellisen johdosta arvioijan on syytä yhdistää paikan päällä tekemänsä havainnot työmaan työsuoritteisiin.

Yleensä arvioinnin kohteena ei tarvitse olla suorittaminen itsessään vaan myös suorittamisen tuote käy arvioitavasta kohteesta. Edellisen lauseen tuotteita voivat olla muun muassa raportit etenemästä, asiakaspalautteet tai tuotantomäärät. [11, s. 76.]

3.5 Palkitseminen

Palkitsemisesta on syytä muistaa, ettei palkka ole ainoa palkitseva tekijä työelämässä, vaikkakin hyvin merkittävä. Palkka on helposti tyytymättömyyttä aiheuttava tekijä, jos se ei ole työntekijän mielestä perustellusti oikean suuruinen. Palkan lisäksi muita palkitsevia tekijöitä voi olla tapauskohtaisesti muun muassa tulospalkkiot, muut edut, haastavat tehtävät, koulutus, kehitysmahdollisuudet, palaute, työyhteisö ja työympäristö. [19, s.119.]

Positiivisella palautteella, kehitysmahdollisuuksilla ja haastavilla tehtävillä voi olla työtyytyväisyyttä ylläpitäviä vaikutuksia pitkällä tähtäimellä. Hyvän suorituksen johtamisjärjestelmän edellytys on, että hyvästä suorituksesta palkitaan keskinäistä suoritusta paremmin ja huonoa suoritusta ei tule sallia pidemmän päälle. [19, s.120.]

Kunnallinen yleinen virka- ja työehtosopimus 2014 -2016 eli KVTES mahdollistaa tulospalkkion maksamisen kunnan tai kuntayhtymän työntekijöille. KVTES:ssa todetaan tulospalkkion perustuvan asetettujen tavoitteiden todennettuun saavuttamiseen tai ylittämiseen palvelujen tuloksellisuuden parantamiseksi. Tulospalkkion perusteeksi tuloksikössä tulee yleensä valita kaksi tai useampi mahdollisimman monipuolisesti toiminnan onnistumista kuvaavia tavoitteita. Tutkimusten perusteella huonosta suorituksesta palkitut työntekijät ovat tyytyväisiä, mutta jatkavat tehotonta työskentelyä. Hyvästä suorituksesta palkkiotta jääneet työntekijät tulevat alentamaan työtehoa ja huonon suorituksen takia palkkiotta jääneet työntekijät ovat tyytymättömiä, mutta heidän suorituksensa saattaa parantua jatkossa. [20, s. 35-36; 11, s. 36.]

Tavoitteet tulee asettaa määrääjoin uudelleen huomioon ottaen tapahtunut kehitys ja mahdolliset ongelmakohdat kyseisellä hetkellä. Tulospalkkiojärjestelmän tarkoituksena on tuottaa hyötyä sekä työntekijälle/viranhaltijalle että työnantajalle. Seurantajakson ollessa puoli vuotta tai yli tulisi motivoinnin vuoksi henkilöstölle antaa väliaikatietoja tavoitteiden saavuttamisesta. Tulospalkkiojärjestelmän alustavan käsittelyn ja suunnittelun jälkeen on henkilöstön sitoutumisen vuoksi asia syytä käsitellä henkilöstön tai henkilöstön edustajien kanssa. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen perusteella, jossa käsiteltiin 73:lla eri työpaikalla tehtyä kokeilua todettiin tuotannon tehostuvan 30-40% siirryttäessä kiinteästä palkasta palkkiopalkkaan. [20, s.35-36; 11 s. 63.]

Ryhmäkohtaista kannustinpalkkiota voidaan käyttää työskentelyssä, joka vaatii paljon yhteistoimintaa työntekijöiden kesken ja yksilöllinen suoritus ei ole yksiselitteisesti mitattavissa. Suuressa ryhmässä ryhmäkohtainen palkitseminen ei ole niin motivoiva, koska yksilön vaikuttamismahdollisuus on tällöin pienempi. Ryhmäkohtaisen palkittamisen etuna voidaan nähdä vähäisempi työryhmän ulkopuolisen ohjaamisen ja valvonnan tarve, sillä tällöin ryhmän jäsenet valvovat itse toisiaan. [11, s. 64.]

3.6 Johtaminen

Johtamismallien eri alalajeja ovat muun muassa tavoitejohtaminen, suorituksen johtaminen ja osaamisen johtaminen.

3.6.1 Tavoitejohtaminen

Tavoitejohtaminen perustuu nimensä mukaisesti tavoitteiden asettamiseen. Tavoitejohtamisen todetaan useimmiten tapahtuvan nykyään hyödyntämällä Balanced Scorecard -tarkastelua eli tulokorttitarkastelua. Edellisen johdosta yleensä tavoitejohtaminen aloitetaan tulokortin suunnittelulla. Tulokortissa voidaan antaa tavoitteita koko organisaatiolle, yksikölle tai yksilölle ja tulokorttiin kirjataan muun muassa onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja tavoitteita. Tulokorttia voidaan hyödyntää muun muassa seurantaan, palautteen antoon ja palkitsemiseen. [34 s. 59–60.]

Tavoitteiden asettamisessa on tärkeää niiden kunnianhimoisuus, etteivät tavoitteet ole liian helposti saavutettavissa, mutta tavoitteiden pitää kuitenkin olla realistisia. Selkeät ja haasteelliset tavoitteet johtavat parempiin tuloksiin, koska ne antavat toiminnalle suunnan ja vähentävät epävarmuutta saavutettavista asioista verrattuna epämääräisiin ja liian helppoihin tavoitteisiin. Tavoitteista on syytä kertoa, miksi ne on asetettu ja mitä niillä halutaan saavuttaa, jotta henkilöstö hyväksyy asian paremmin ja sitoutuu tavoitteisiin. Tavoitteisiin sitoutunut henkilö todennäköisemmin ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin, jotta tavoitteet saavutetaan verrattuna tavoitteisiin sitoutumattomaan henkilöön. [34, s. 60-62.]

3.6.2 Suorituksen johtaminen

Suorituksen johtamisella tarkoitetaan, että koko henkilöstö organisaatiossa tietää toiminnan tarkoituksen, avaintavoitteet, palautejärjestelmän toiminnan ja osaamisen tarpeen organisaatiossa. Suorituksen johtaminen keskittyy jatkuvaan suorituksen parantamiseen. Suorituksen johtamisen keskeiset osiot ovat tavoitteiden asettaminen, työn seuranta ja valmennus, palautteen anto ja jatkuva kehittäminen. Suorituksen johtamisen keskeisiä työkaluja ovat suunnittelukokoukset ja -keskustelut, sekä kehityskeskustelut. [19, s. 81-83.]

Suorituksen johtamisen periaatteena on saavuttaa yhdensuuntaiset tavoitteet kaikkien organisaation toimijoiden välillä. Yksilön on tärkeää nähdä oman tehtävän vaikutus koko organisaation olemassaolon tarkoitukseen. Suorituksen johtamisessa on tärkeää organisaation selkeä visio, jonka voi viedä käytännön toimintaan jokapäiväisessä johtamisessa. [19, s. 86-87.]

3.6.3 Osaamisen johtaminen

Osaamisen johtaminen perustuu osaamisen jatkuvaan kehittämiseen. Myös osaamisen johtaminen tarvitsee tuekseen hyvän vision ja organisaation strategian. Osaamisen johtamisen keskiössä on organisaation tarvitseman osaamisen tunnistaminen, jotta organisaatio voi toteuttaa olemassa olonsa tarkoitusta mahdollisimman hyvin. Oleellista on tunnistaa organisaation ydinosamisalueet ja keskittyä niiden kehittämiseen, sekä karsia tarpeetonta osaamista. [19, s. 133–157.]

4 Tutkimusmenetelmät

Teoreettista tutkimusta tehdessä täytyy määritellä metodologinen ratkaisu. Ennen kuin metodologisen päätöksen tekee, täytyy ottaa kantaa tutkimusongelman ontologiaan ja epistemologiaan. Ontologia tarkoittaa käsitystä siitä, miten todellisuus ymmärretään ja millaisille olettamuksille käsitys perustuu. Ontologia selvittää, onko käsitys tutkittavasta kohteesta objektiivinen vai subjektiivinen. Epistemologia selvittää, kuinka tietoa todellisuudessa hankitaan. Kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät voidaan karkeasti erottaa toisistaan. [15 s. 42.]

4.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen alkujuuret löytyvät luonnontieteiden tutkimuksesta. Kvantitatiivinen tutkimus korostaa yleispäteviä syy-seuraussuhteita ja sen tausta perustuu realistiseen ontologiaan. Realistisen ontologian käsityksen mukaan todellisuus rakentuu tosiasioihin, jotka voi todeta objektiivisesti. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on oleellista muun muassa muuttujien taulukointi ja tutkimusaineiston tilastolliseen analysointiin perustuva havaintojen teko esimerkiksi prosenttilukoiden avulla. [5, s. 135–136.]

Tässä opinnäytetyössä käytetään kvantitatiivista tutkimusmetodia tutkimalla useamman työmaan työsuoritteita pääkoneena toimivan kaivinkoneen työsaavutusten perusteella.

4.2 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus voidaan käytännössä toteuttaa monin eri tavoin. Kvalitatiivinen tutkimus ei ole luonteeltaan absoluuttisen objektiivinen, sillä tutkimuksessa kerättävä tieto ja tiedon tietäjä ovat sidoksissa toisiinsa. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään mahdollisimman kokonaisvaltaiseen tutkimuskohteen tutkimiseen. Tutkimusaineisto kerätään todellisissa ja luonnollisissa tilanteissa. [5, s.156–160.]

Tässä opinnäytetyössä käytettäviä kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän tutkimuskeinoja ovat teemahaastattelut ja tutkijan omat aiheeseen liittyvät havainnot EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailta.

4.3 Teemahaastattelu

Teemahaastattelu on erittäin suosittu tapa kerätä laadullista tutkimusaineistoa. Teemahaastattelun avulla tutkija haluaa selvittää haastateltavasta tutkijaa kiinnostavat ja tutkimuksen aihepiiriin kuuluvat asiat. Haastateltava saa mahdollisuuden tuoda esiin mielipiteitänsä ja kertoa kokemuksistaan osallistumalla haastatteluun. [17, s.25-26.]

Teemahaastattelija valitsee joukon kysymyksiä, joista haastattelija haluaa keskustella haastateltavien kanssa. Teemojen valinnassa käytetään jonkin verran intuitiota, mikä asettaa tutkimusmetodille omat haasteensa. Teemahaastattelun kysymysrunko saattaa olla sidottu tutkijan vahvoihin ennakkokäsityksiin tai muuten vaillinainen. Ilman vahvaa taustaa teoriasta tai selkeää otetta tutkimuksen kokonaisuudesta saattaa olla haasteellista saada tutkimusaineistosta järkevä analyysi. [17, s.34.]

Teemahaastattelun kysymykset voi myös etsiä kirjallisuudesta katsomalla sekä aikaisempia tutkimuksia, että yhdistelemällä kirjallisuudesta teoriaa. Teemat voi myös johdattaa teoriasta, eli käytännössä teoreettinen käsite muutetaan mitattavaan muotoon. Hyvin valmisteltu teemahaastattelu voi sisältää kaikkia edellä mainittuja vaihtoehtoja. [17, s.32.]

4.4 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida reliabiliuden ja validiuden avulla. Reliabiliudella tarkoitetaan tutkimustulosten toistettavuutta, eli kykyä antaa määrättyjä tuloksia riippumatta tutkimuksen tekijästä. Validius tarkoittaa tutkimuksen tutkimustulosten vastaavuutta siihen, mitä haluttiin tutkia. Laadukkaan kvalitatiivisen tutkimuksen tulee sisältää samoja elementtejä kuin kvantitatiivisen tutkimuksen. Edellisen lauseen elementtejä on muun muassa lukijalle syntyvä käsitys tietojen hankintamenetelmistä ja niiden luotettavuudesta. [39, s. 58; 42, s. 136.]

Tämän tutkimuksen toistettavuutta voidaan pitää hyvänä, sillä käytetyt tutkimusmenetelmät on tuotu esille selkeästi ja yksiselitteisesti. Toisaalta tämän tutkimuksen validiutta heikentävät muun muassa mahdolliset näkemyserot odotusajasta tutkijan ja tutkittavien välillä odotusajan kyselylomakkeen suhteen ja tulkinnat työmaan suoritelomakkeissa.

5 Kvantitatiivinen tutkimusosio

Tässä luvussa tutkitaan kaivinkoneiden tehokkuutta kvantitatiivisin tutkimuskeinoin kaivinkoneiden odotusajan ja työmaiden keskimääräisten työsaavutusten näkökulmasta.

5.1 Odotusaika

Kaivinkoneiden odotusaikaa tutkittiin kaivinkoneenkuljettajilla teetetyllä liitteen 2 mukaisella odotusajan lomakkeella. Lomakkeessa pyydettiin kaivinkoneenkuljettajia merkitsemään lomakkeeseen kaikki yli 10 minuutin kestoiset yhtäjaksoiset odotusajat syineen. 17 kaivinkoneesta 11 kaivinkoneen odotusajanlomake palautui tutkijalle, joista yhdestä koneesta vain yhden viikon ajalta. Suurimmillaan odotusaikaa kaivinkoneelle kertyi keskimäärin päivää kohden 110 minuuttia. Kahden lomakkeen mukaan yli 10 minuutin kestoisia odotusaikoja ei esiintynyt lainkaan kahden viikon aikana. Taulukossa 2 on esitetty odotusajan lomakkeissa esiintyneet odotusajan syyt ja niiden esiintymistiheys kappalemäärinä ottamatta kantaa odotusaikojen pituuteen.

Taulukko 3. Odotusaikojen syyt ja esiintymistiheys

Odotuksen syy	Tapahtumien lukumäärä	Odotuksen syy	Tapahtumien lukumäärä
Kuorma-autojen odotus	41	Louhinta	2
Putken asennus	7	Kaivannon pumppaus vedestä tyhjäksi	2
Kaivon asennus	5	Taloliittymän teko	1
Mittamiehet työmaalla	5	Väärin pysäköity ajo-neuvo edessä	1
2 konetta työmaalla	3	Asentajat muissa tehtävissä	1
Työsuunnittelu	3		

Taulukon 2 mukaisesti merkittävin odotusajan syy lukumääräisesti kuin myös ajallisesti, oli kuorma-autojen odotus. Saadut tulokset ovat hieman paradoksaalisia Heiskasen tutkimuksen kanssa, jonka perusteella kuorma-autojen odotusaika vuonna 2012 EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla oli keskimäärin 49 % työajasta. Suurehkosta kuorma-autojen odotusajasta huolimatta kaivinkoneiden odotusaika näyttäisi puolestaan muodostuvan kuorma-autojen odottamisesta. [18, s.11.]

5.2 Keskimääräinen työsaavutus

Työmaiden tehokkuutta tutkittiin laskemalla tehdyn työmäärän keskiarvoja työsuoritelomakkeista soveltaen työvaihekapasiteetti -menetelmää. Työmaamestarit kirjaavat Excel-taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen työsuoritelomakkeisiin työpäivän aikana kuljetettavan maa-aineksen irtotodelliset kuutiometrit, m^3 itd, eli löyhtyneen materiaalin todellinen tilavuus kuorma-auton lavalla. Irtotodelliset kuutiometrit lasketaan kuormamäärien perusteella olettamalla yhden kuorman koon olevan keskimäärin 11 irtotodellista kuutiometriä. Tutkimuksessa käytetyt työsuoritelomakkeet olivat vuosilta 2013–2014 ja niitä kertyi kaikkiaan 16 kappaletta, 10 kadunrakennuksen pohjoisesta piiristä ja kuusi eteläisestä piiristä. Tutkittavat työmaat valittiin satunnaisesti. Kaikissa kohteissa rakennettiin kadun lisäksi vähintään hulevesilinjaa.

Työsuoritteiden tutkiminen tehtiin pääkoneen näkökulmasta niin, että laskuissa huomioitiin tielinjan ja vesihuoltokaivannon leikkaukset, arinan teko, alkutäyttö ja poistettavat tiet. Arinan teko ja alkutäyttö on joissain tapauksissa apukoneen tehtäviä, mutta työvaiheen tekijän varmentaminen olisi ollut kohtuuttoman työlästä ja sen merkityksen laskuihin voidaan olettaa olevan vähäinen. Rakennekerrosten täyttö kuuluu yksiselitteisesti apukoneen tehtäviin, joten niitä ei huomioitu. Tarkasteluajanjakso ei ole yhdeltäkään työmaalta koko työmaan rakentamisen ajalta ja sen pituus vaihtelee työmaittain.

Tarkastelussa on pyritty olemaan huomioimatta työmaan valmistelemaa tai viimeistelevää vaihetta. Laskuissa ei otettu huomioon kantojen poisvientiä, sillä tutkija olettaa kantojen ajettaneen pois hetkenä, jolloin työmaata edistäviä työvaiheita ei olisi voinut tehdä. Neliömetreinä kirjattujen, eli alle yhden metrin korkuisen louhinnan keskikorkeudeksi arvioitiin 0.3 metriä. Laskujen analysoinnissa on huomioitava, että suoritelomakkeisiin kirjattava maamassojen tilavuus on arvioitu kuormamäärien perusteella oletuksella, että yksi kuorma on keskimäärin noin $11 m^3$ itd. Todellisen kuormakoon vaihtelun johdosta työsuoritteiden määrät eivät todennäköisesti ole eksaktit.

Keskiarvojen laskemiseen hyödynnettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa. Työmaalta pois kuljetetut maamassat indikoivat Kaivinkoneen tehokkuutta hyvin, koska normaaleissa kadunrakennuksen kohteissa kaivuumassojen varastoiminen on tilanpuutteen vuoksi mahdotonta. Käytännössä lähes kaikki kaivuumassat viedään usein suoraan maanläjitysalueelle. Laskettujen työsaavutusten arvot on esitelty kertoimella muokattuina taulukossa 4.

Taulukko 4. Kadunrakennuksen kaivinkoneen keskimääräinen työsaavutus piireittäin (tulokset muokattu kertoimella x).

Piiri	Työsaavutus m ³ itd/tv
Eteläinen kadunrakentaminen	79,2
Pohjoinen kadunrakentaminen	128,5
Kadunrakennus molemmat piirit	108,8

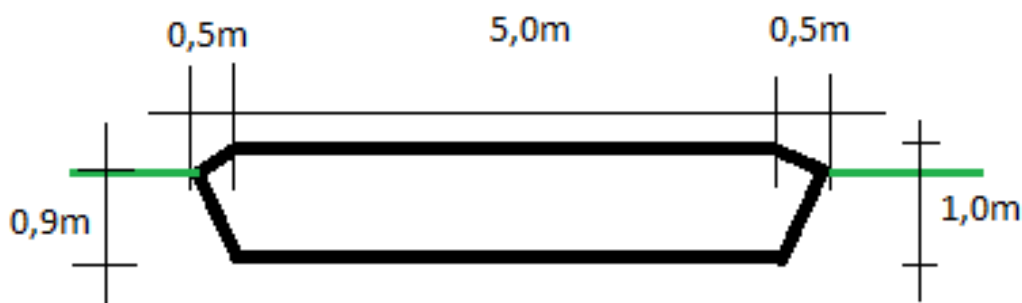
Vertailun vuoksi keskimääräinen työsaavutus laskettiin myös apukoneen näkökulmasta. Laskuissa huomioitiin vesihuoltokanaalin lopputäyttö, suodatinkerroksen täyttö, jakavan kerroksen täyttö, kantavan kerroksen täyttö ja kaapeleiden suojarakenteet. Apukoneen työsaavutuksen laskussa on huomioitava epävarmuustekijänä muun muassa työsuoritteiden laatijan tulkinta alkutäytön ja lopputäytön välillä. Osassa työsuoritteita ei ollut lopputäyttöä lainkaan merkitty erikseen, joten on mahdotonta tietää, onko lopputäyttö merkitty alkutäyttöihin vai rakennekerroksiin. Apukoneen keskimääräiset työsaavutukset on esitelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kadunrakennuksen apukoneen keskimääräinen työsaavutus piireittäin (tulokset muokattu kertoimella x).

Piiri	Työsaavutus m ³ itd/tv
Eteläinen kadunrakentaminen	29,4
Pohjoinen kadunrakentaminen	49,6
Kadunrakennus molemmat piirit	42

5.3 Työmaan kustannuslaskelma

Seuraavassa esimerkkilaskelmassa oletetaan, että kaivinkoneiden työteho paranee 20 %. Luvussa 6 haastatellut kaivinkoneen kuljettajat arvioivat oman työnsä nykyiseksi tehtasoksi 50-80 % optimaaliseen tasoon verrattuna. Haastateltavien oman työtehon arvioinnin perusteella 20 % työtehon nousu voisi olla mahdollinen. Laskelmassa oletetaan myös, että putkittaminen tai rakennekerrosten täyttö ei ole nopeutta rajoittava tekijä vaan ainoastaan pääkoneen työsaavutus on etenemisnopeuden kannalta merkittävää. Laskussa ei huomioida aloittavia tai viimeisteleviä töitä. Nopeutuneen massojen leikkaamisen oletetaan tehostavan työskentelyä täysimääräisenä. Esimerkkilaskussa käytetään kuvitteellista kuvan 13 kaltaista kohdetta, jonka ajorataleveys on 5 m, Kaivannon luiskakaltevuudet 2:1 ja kadun pinta on 0,1 m maanpinnan yläpuolella, jolloin leikkaussyvyys on 0,9 m. Esimerkkikohde rakennetaan kantavan kerroksen pintaan asti, ja kohteeseen ei rakenneta kevyen liikenteen väylää. Esimerkkilaskun kohteessa ei oteta huomioon esimerkiksi asfaltointia, vesihuoltokaivantoa tai valaistustöitä. Esimerkkikohteen maaperä on savea, jonka löyhtymiskerroin on 1,68. [23.]



Kuva 13. Esimerkkikohteen poikkileikkaus

Kohteen poikkileikkauspinta-ala on $2 \times 0,5 \times 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} + 0,9 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$

100 metriä kohden irtotodellinen leikkausmassojen tilavuus on $5 \text{ m}^2 \times 100 \text{ m} \times 1,68 = 840 \text{ m}^3 \text{itd}$. EKA-liikelaitoksen keskimääräisellä työsaavutuksella laskettuna leikkaukseen menisi aikaa $840 \text{ m}^3 \text{itd} / 108,8 \frac{\text{m}^3 \text{itd}}{\text{tv}} = 7,7 \text{ tv} = 8 \text{ tv}$

Tehostamalla leikkausmassojen kaivuuta 20 % kuluisi työvuoroja 100 metriä kohden $840 \text{ m}^3 \text{itd} / (1,2 \times 108,8 \frac{\text{m}^3 \text{itd}}{\text{tv}}) = 6,4 \text{ tv} = 7 \text{ tv}$

Edellisen perusteella esimerkin kaltaisessa kohteessa 20 prosentin tehostuminen toisi ajallista säästöä noin yhden työvuoron 100 rakennettua katumetriä kohden. Viikkotyöaika EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksessa on 38 tuntia, joten keskimäärin työvuoron pituus on 7,6 tuntia. Kaivinkoneen KKHp 19 keskituntihinta on 49,21€, traktorikaivurin keskituntihinta on 45,30 € ja kuorma-autojen keskituntihinta on 51,50 €. Putkiasentajien keskituntihinnaksi voitaneen arvioida noin 25 € sisältäen sivukulut.

Edellisten hintojen perusteella yksi työvuoro työmaalla kustantaa työmaahenkilöstön osalta lukuun ottamatta työnjohtoa tai muita hallinnollisia kuluja sisältäen yhden 19 tonnin painoisen pyörialustaisen kaivinkoneen, traktorikaivurin, kaksi kuorma-autoa ja kolme putkiasentajaa $7,6 \text{ h} \times (49,21 \text{ €} + 45,30 \text{ €} + 2 \times 51,50 \text{ €} + 3 \times 25 \text{ €}) = 2071 \text{ €} / \text{tv}$. Edellisen perusteella 1 työvuoron säästö esimerkin kaltaisessa kohteessa toisi suoritettavan portaan osalta taloudellista säästöä 2071 € sataa metriä kohden sillä edellytyksellä, että työn aikaisempi valmistuminen johtaa uuden työmaan aikaisempaan aloitta-

miseen. Ajoinanelyömetriä kohden saavutettu säästö kahden työkoneen, kahden kuorma-auton ja kolmen putkiasentajan osalta olisi $2071 \text{ €} / (100\text{m} \times 5\text{m}) = 4,14 \text{ €} / \text{m}^2$.

6 Kvalitatiivinen tutkimusosio

Tässä luvussa käsitellään kvalitatiivisen tutkimuksen tuloksia. Kvalitatiivinen tutkimus suoritettiin haastattelemalla EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla työskenteleviä kaivinkoneenkuljettajia ja vastaavia mestareita.

6.1 Kaivinkoneenkuljettajien haastattelut

Haastateltavat koostuivat kuudesta useamman eri koneurakoitsijan palveluksessa olevista kaivinkoneenkuljettajista ja koneurakoitsijoista. Haastateltavat työskentelivät haastatteluajankohtana eri puolilla Espoota EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen yksikön työmailla etelä- ja pohjoispiireissä. Puolet haastatteluista suoritettiin työmaan sosiaalitaloissa ja puolet haastattelijan autossa. Haastattelut äänitettiin nauhurilla.

Haastattelut litteroitiin, eli puhtaaksikirjoitettiin puhekielisesti. Ylimääräisiä täytesanoja ja äännähdyksiä jätettiin litteroimatta. Osa kontekstiin täysin liittymättömästä puheesta jätettiin myös litteroimatta. Haastateltavista viisi ajoi niin sanottua pääkonetta ja yksi toimi työmaalla apukoneen kuljettajana. Haastateltaville annettiin mahdollisuus hetken aikaa tutustua liitteen 3 haastattelulomakkeeseen ennen varsinaisen haastattelun aloittamista.

Haastattelut olivat tyyliltään teemahaastatteluja, joiden lopuksi kysyttiin vielä noin viisi kappaletta tarkemmin rajattuja kysymyksiä, riippuen hieman haastateltavasta. Haastattelut päätettiin pitää nimettöminä. Haastattelut olivat kestoltaan noin 20-50 minuuttia.

Tavallisen työpäivän kulku

Haastattelut aloitettiin kysymällä tavallisen työpäivän kulusta. Ensimmäisen teeman aikana kävi ilmi, että joissain kohteissa työt on pakko aloittaa kaivannon kaivamisella, sillä kohteesta riippuen kaivanto joudutaan joskus peittämään iltapäivästä. Välttämättömän peittämisen syitä on muun muassa alavassa maastossa sijaitsevan kaivannon täyttyminen vedellä, jolloin peittämättömät putket saattaisivat nousta kaivannossa tai talojen pihaliittymien kulkukelpoisuuden varmistaminen.

Jos kaivanto on saatava iltapäiväksi peitettyä, saattaa se johtaa tilanteeseen, jossa työn teko joudutaan lopettamaan hieman työajan loppumista aiemmin. Tilanne, jossa kaivantoa voidaan kaivaa pidemmälle ja jättää auki koettiin yleisesti tehokkaammaksi. Valtaosa haastateltavista toi esille myös olemassa olevien putkien ja johtojen kaivua hidastavan vaikutuksen. Haastavimmaksi koettiin tilanne, jossa vanhojen putkien pitää pysyä toiminnassa.

Perehdytys ja tiedonkulku

Perehdytyksestä ja tiedonkulusta kysyttäessä suurin osa kuljettajista toi esille aloituskokouksen merkityksellisyyden. Kuljettajien läsnäolo aloituskokouksessa antaa kuljettajille mahdollisuuden tuoda omia näkökantoja esille työmaan toimintatavoista ja siinä saa tarvittavat tiedot työmaan sisällöstä. Yksi kuljettaja kertoi, etteivät hänen työmaansa vastaavan mestarin työmailla kuljettajat pääse osallistumaan aloituskokoukseen. Yksi kuljettaja toi esille, ettei saa tarpeeksi tietoa työmaasta ennen sen alkua.

Tiedonkulun toimivuus arkisella tasolla hieman jakoi mielipiteitä. Yksi kuljettaja oli sitä mieltä, että vastaava mestari on ainut, joka tiedottaa ja työmaamestareilta tuleva informaatio on olematonta. kaksi kuljettajaa epäili, että tietoa jää matkan varrelle jonkin verran, erityisesti jos se tulee useamman henkilön kautta. Puolet haastateltavista oli melko tyytyväisiä tiedonkulkuun ja epäilivät ongelmien tiedonkulussa olevan enemmänkin operaattoreiden ja kaupungin välillä kuin työmaan ja työnjohdon välillä.

Puutteellisesta tiedonkulusta kerrottiin esimerkkinä tapaus, jossa työmaalla oli suoritettu massanvaihtoa ja pohjien tekoa jonkin verran, kunnes vastaava mestari saapui työmaalle suunnitelmien kanssa, joiden mukaan sähköputket olisivat myös kuuluneet kaivannon pohjalle. Eräs haastateltava toi esille, että joskus jotain saattaa jäädä tarkoituksellisesti puuttumaan kaivannosta, koska suunnitelmat eivät ole valmiita ja työmaan on edettävä. Tällöin asentamatta jääneet varusteet on kaivettava jälkikäteen kohteeseen. Varusteiden jälkikäteinen asentaminen aiheuttaa työn keston lisääntymistä ja merkittäviä lisäkustannuksia, sillä katu joudutaan näin ollen kaivamaan auki useampaan kertaan.

Yksi haastateltava toi esille, että työmaan 3D-mallintaminen ja koneohjausjärjestelmä toisivat toteutuessaan varmuutta tiedonkulkuun.

Työn tavoitteellisuus

Kysyttäessä työn tavoitteellisuudesta yksi kuljettaja toi esille näkemyksen tavoitteellisuuden liittymisestä tehokkuuteen. Kuljettajat olivat pääosin yksimielisiä siitä, että EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla on kiinnitetty huomiota tavoitteellisuuteen työnjohdon toimesta melko vähän.

Työmaan suunniteltu valmistumisaikataulu on kaikilla hyvin tiedossa, mutta muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta välitavoitteita ei ole ollut käytössä työnjohdon osalta. Haastatteluissa kävi ilmi, että työryhmät asettavat päiväkohtaisia tavoitteita itse itselleen. Suurin osa haastateltavista uskoi, että välitavoitteet voisivat parantaa tehokkuutta, erityisesti jos tavoitteellisuuteen yhdistettäisiin jonkinlainen suorituspalkkio vähintään putkiasentajille. Yksi haastateltavista oli sitä mieltä, että korjausrakentamiseen ei voi asettaa metrimääräisiä välitavoitteita, koska yllätyksiä tulee työn aikana niin paljon, ettei tavoitteisiin voisi päästä.

Vuodenaikojen vaikutus työskentelyyn

Vuodenaikojen vaikutuksista talvi koettiin eniten työtä hidastavaksi tekijäksi. Suurimmaksi hidastavaksi tekijäksi talvityöskentelyssä koettiin roudan rikkominen iskuvasaralla. Myös maan sulatus olemassa olevien putkien läheisyydessä koettiin hidastavaksi ja kalliiksi, ja tämän johdosta useammassa haastateltavassa ihmetystä herätti EKA-liikelaitoksen tapa sulkea työmaat heinäkuussa kesälomien ajaksi. Erään haastateltavan mielestä lomat olisi järjestettävissä vuorotellen, jolloin työmaat voitaisiin pitää käynnissä koko kesän ajan. Kadunrakennus kesällä olisi talvea kannattavampaa helpomman kaivutyön johdosta. Rakentaminen lomakauden aikana nähtiin helpommaksi myös hiljaisemman liikenteen johdosta.

Kysyttäessä sääolosuhteiden vaikutusta asentajien motivaatioon totesi suurin osa haastateltavista sateen olevan merkittävin negatiivinen tekijä. Haastateltavista kaksi oli sitä mieltä, että pakkasen hidastaa asentajien työskentelyä, joista toisen mielestä roudan rikkominen ei olisi hidastavin tekijä talvessa vaan juurikin asentajien kylmettyminen pakkasella. Toisaalta moni haastateltavista piti pakkasta jopa asentajien työskentelyä nopeuttavana tekijänä.

Työtavat ja välineet

Työtavat ja välineet koettiin yleisesti ottaen toimiviksi. Useampi haastateltava mainitsi, että työmaiden ollessa ahtaita nykyistä pienempi kone voisi olla perusteltu, mutta toistaiseksi yksikään haastateltavista ei ollut kokenut nykyistä konettansa hidastavaksi tai soveltumattomaksi työtehtäväänsä koon puolesta. Muutama haastateltava toi esille, että pääkonetta hieman pienempi kaivinkone olisi traktorikaivuria parempi apukoneena paremman ulottuvuuden ja notkeuden ansiosta. EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla käytetään useimmin traktorikaivuria apukoneena, mutta myös kaivinkonetta joillakin työmailla.

Kaivinkoneiden varusteista eniten käytetyiksi todettiin kauhanpyörittäjä, erilaiset kauhat, iskuvasara, hydrauliset pihdit, kaivusvyömittari, routakoukku ja asfalttileikkuri.

Motivaatio

Motivaatio koettiin työmailla pääsääntöisesti hyväksi. Haastatteluiden yhteydessä kuitenkin tuli ilmi, että asentajilta oli poistettu aiempi palkan lisäosa ja se on omalta osin aiheuttanut runsaasti tyytymättömyyttä ja mahdollisesti heikentänyt asentajien motivaatiota, sillä aiemmin saavutettuun etuun oli kajottu. Yksi haastateltava koki, että hän mielellään tekisi nykyistä enemmän töitä työpäivän aikana, mutta hänen motivaatitonsa hieman heikentää huonot vaikutusmahdollisuudet työmaan kulkuun ja työtahtiin.

Kehitystoimenpiteet

Kehitysehdotuksia kysyttäessä merkittäväksi tekijäksi useamman haastateltavan mielestä nousi työmaan parempi työvaihesuunnittelu ja ongelmatilanteiden ennakointi. Useamman haastateltavan mielestä työn kulkua ei usein ollut suunniteltu kovinkaan järkevästi ennakkoon. Useasti esille tullut tehokkuutta todennäköisesti lisäävä asia olisi myös suoritepalkkio putkiasentajille, sillä haastattelujen perusteella asentajat käytännössä rytmittävät työn etenemistä.

Kaksi haastateltavaa nosti esille puutteet työmaan liikennejärjestelyissä. Kävi ilmi, että työmaita on aloitettu jopa ilman, että työmaamerkkejä tai liikennemerkkejä on viety paikoilleen. Toisen haastateltavan mielestä katuja pitäisi pyrkiä herkemmin sulkemaan

kokonaan, mikäli se vain on kohteessa mahdollista. Kadun sulkeminen helpottaisi ja nopeuttaisi työtä sekä lisäisi työturvallisuutta.

Kehitettävää nähtiin myös autojen ja koneidenkin työkierrossa, jotta kalusto vastaisi aina tilanteen mukaista tarvetta. Esille tuli myös, että kuorma-autoilla aiemmin olleen lisän, eli yhdistelmätaksan poisto olisi muutaman kaivinkoneenkuljettajan mielestä jonkin verran vaikuttanut joidenkin kuorma-autonkuljettajien motivaatioon ja aiheuttanut tyytymättömyyttä.

Kysyttäessä optimaalista kuorma-autojen määrää nykyinen keskimääräinen kaksi autoa todettiin pääsääntöisesti sopivaksi, mutta haastateltavien mielestä pitäisi olla helpommin saatavissa tarpeen mukaan lisää kuorma-autoja. Eräs haastateltava kertoi kahden auton kanssa joutuvansa kuormien teon jälkeen odottamaan jopa noin tunnin silloin, kun työmaalla on sellainen tilanne, että kaivuulle ei ole esteitä, eikä rajoitteita ja kaivuu on ainut työvaihe. Edellisen kaltainen tilanne voi syntyä esimerkiksi massanvaihdon yhteydessä.

Kysyttäessä mielipiteitä kohdan 5.1 odotusajan lomakkeen tuloksista 0-110 minuuttia odotusaikaa päivässä epäili useampi haastateltava nollatuloksen paikkaansa pitävyyttä. 110 minuutin odotuksesta haastateltavat pääsääntöisesti totesivat kaivinkoneen odotusajan riippuvan melko paljon työvaiheesta. 110 minuutin keskimääräistä odotusaikaa päivässä ei pääsääntöisesti koettu täysin tavattomaksi.

Kysyttäessä haastateltavilta heidän nykyistä työtehon tasoa verrattuna siihen, mitä se voisi parhaimmillaan olla saavutettavuuden rajoissa, jos tehokkuutta rajoittavia ongelmia saataisiin karsittua pois, vaihtelivat vastaukset 50-80 % välillä. Keinot tehokkuuden nostamiseen lähelle 100 % olivat kuljettajien mielestä suorituspalkkio asentajille ja parempi kontrolli kuorma-autojen oikeaan määrään. Vastausten perusteella mahdollisuuksia tehostamiseen olisi merkittävästi.

6.2 Vastaavien mestareiden haastattelut

EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen neljästä vastaavasta mestarista kolme suostui haastateltavaksi. Kolmesta haastateltavasta vain yksi antoi luvan äänittää haastattelu,

joten kahden haastattelun tulokset pohjautuvat tutkijan muistiinpanoihin ja muistiin. Haastattelut suoritettiin liitteen 4 mukaisina puolistrukturoituina haastatteluina.

Äänitetty haastattelu litteroitiin, eli puhtaaksikirjoitettiin puhekielisesti. Ylimääräisiä täytesanoja ja äännähdyksiä jätettiin litteroimatta. Osittain kontekstiin täysin liittymätöntä puhetta jätettiin myös litteroimatta.

Miten onnistunut on mielestäsi nykyinen tapa hoitaa ja sopia EKA-liikelaitoksen konepalvelut?

Kaikki kolme haastateltavaa oli yhtä mieltä siitä, että konepalveluiden hoitaminen ja sopiminen on melko onnistuneella tasolla tällä hetkellä.

Kyselylomakkeen mukaan EKA-liikelaitoksen kaivinkoneiden odotusaika on keskimäärin 0-110 min päivän aikana. Kuinka hyvin tulos vastaa omaa käsitystäsi odotusajasta?

Kahden haastateltavan mielestä kaivinkoneiden odotusaika vastasi melko hyvin heidän omaa käsitystä odotusajasta ja yksi vastasi, ettei osaa sanoa.

EKA-liikelaitoksen työmaiden keskimääräinen työsaavutus on $xx \text{ itdm}^3$ / työvuoro eli n x kuormaa / työvuoro sisältäen leikkausmassat ja täyttömassat. Kuinka hyvin tämä tulos vastaa omaa käsitystäsi EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen keskimääräisestä työsaavutuksesta?

Keskimääräinen työsaavutus jakoi vastaavien mestareiden mielipiteitä omasta käsityksestään työsaavutukseen. Yksi vastasi lasketun keskimääräisen työsaavutuksen vastaavan omia käsityksiä erittäin hyvin, toinen vastasi melko hyvin ja kolmas vastasi melko huonosti.

Kysyttäessä korkeammasta tavoitteellisuusasteesta ja selkeämmistä välitavoitteista nähtiin tavoitteellisuus pääosin myönteisenä ja tavoitteellisuuden lisääminen vähintään kokeilemisen arvoisena asiana. Virallisenolaiset välitavoitekokoukset nähtiin byrokraattisena ja tehokasta työaikaa vähentävänä tekijänä. Haastateltavien mielestä tavoitteista voi keskustella työryhmän kanssa tavanomaisen työmaakäynnin yhteydessä ja tapauskohtaisesti niistä keskustellaankin jo nykyisellään. Tällä hetkellä tavoitteita on tapana antaa kiireellisten tehtävien kohdalla.

Kehitysehdotuksista keskustellessa tuli ilmi tahto vaikuttaa enemmän työkoneen kuljettajaan, sillä kuljettajan merkitys työtehoon ja laatuun koettiin suureksi. Hankintalain koettiin rajoittavan liikaa valinnan vapautta koneen ja kuljettajan suhteen. Ongelmalliseksi nähtiin myös keinojen puute asentajien motivoimiseksi. Erään näkemyksen mukaan hankalissa kohteissa voisi kustannussäästöjä syntyä, jos liikelaitos hankkisi työmaalle oman kaivinkoneen, jonka kuljettaja tekisi myös putkiasentajan töitä, jolloin työmaan kokonaishenkilöstömäärää voitaisiin pienentää.

7 Kehitysehdotukset

Kaivinkoneen työteho kadunrakennuksessa on melko pitkälti kytköksissä koko työmaan työtehoon. Edellisen johdosta kadunrakennuksessa olisi syytä keskittyä koko työmaan toimintaa tehostaviin toimenpiteisiin, sillä yhden osa-alueen parantaminen ei tuo tehokkuutta, jos jokin muu tekijä rajoittaa toiminnan tehokkuutta. Edellisen johdosta olisi syytä keskittyä pohtimaan toiminnan tehokkuutta eniten rajoittaviin tekijöihin. Jotta työmaan tehokkuutta voisi parantaa, tulee toiminnan kehittäjillä olla käytettävissään tarpeeksi paljon luotettavaa tietoa työmaan tehokkuuden lähtötasosta ja toiminnasta yleisellä tasolla. Insinöörityötä tehdessäni huomasin EKA-liikelaitoksella olevan käytössään erinomaisesti toimivat sähköiset ryhmätyötilat tiedonjakoa varten, mutta tietojen syötössä ryhmätyötiloihin oli puutteita ja käytännöt tietojensyötössä henkilöiden välillä vaihtelevat paljon.

EKA-liikelaitoksen työmaiden jälkilaskentaa tulisi kehittää systemaattisesti ja luoda yhtenäinen toimintatapa jälkilaskentaan ja yksittäisen työmaan onnistumisen jälkipuintiin. Työmaan työsuoritteisiin tulisi kirjata työmaalla sattuneita ongelmatilanteita, jolloin tulevien hankkeiden ongelmatilanteisiin olisi helpompi kehittää ratkaisumalleja ennalta. Eräs ongelma opinnäytetyötä tehdessä oli vertailudatan puuttuminen, sillä katusaneerauskohteiden erilaisuuden johdosta valtakunnallisia keskimääräisiä työsaavutuksia ei voi määritellä. Opinnäytetyötä varten yritettiin selvittää Turun, Tampereen ja Vantaan kaupunkien omien kadunrakennusyksiköiden keskimääräisiä työsaavutuksia vertailua varten tiedustelemalla asiakaspalvelusta sähköpostin tai internet-lomakkeen avulla henkilöä, jolta asiasta voisi kysyä. Vantaan asiakaspalvelu jätti kyselyyn vastaamatta kokonaan, Tampereen asiakaspalvelu välitti viestin eteenpäin ja Turun asiakaspalvelu antoi kahden henkilön yhteystiedot. Kyselyt eivät johtaneet edes kielteiseen vastaukseen.

EKA-liikelaitoksen yhteen omaan kaivinkoneeseen investointi parantaisi liikelaitoksen kustannustietoisuutta koneurakointialalta ja oman kaivinkoneen avulla olisi saatavissa vertailukelpoista tietoa kaivinkoneen tehokkuuden potentiaalista tavanomaisella EKA-liikelaitoksen kadunrakennushankkeella.

Haastatteluiden perusteella työmailla tulisi lisätä jokapäiväistä tavoitteellisuutta, sillä nykyisellään tavoitteita pääosin asetetaan vain erityisen kiireellisten työtehtävien osalta. Tavoitteiden puute ei kannusta työmaan henkilöstöä tehokkaaseen toimintaan. Jo-

kapäiväiset tavoitteet loisivat henkilöstölle selkeän kuvan hyvänä suorituksena pidettävästä työtehon tasosta.

Tavoitteiden laadinnan tueksi tulisi kerätä systemaattisesti tietoa kuluneista hankkeista ja luoda tulokortit keskimääräisten työsaavutusten, muun muassa katujen tyyppipöik-kileikkausten, pohjamaan ja ympäristön keskimääräisen liikenteen mukaan. Ottamalla huomioon hankkeen ympäristötekijät riittävällä tarkkuudella voidaan arvioida kuinka tehokasta toimintaa työmailta voidaan realistisesti odottaa.

Tavoitteiden saavuttamiseen tulisi yhdistää kannustinpalkkiojärjestelmä, jolloin henkilöstön motivaatio ja sitoutuminen saavuttaa asetetut tavoitteet kasvaisi. Kannustinjärjestelmä olisi syytä luoda tiimitasolla, sillä yksittäisen henkilön työtehon arviointi kadunrakennuskohteissa on haastavaa ja tiimitasoinen kannustinpalkkio johtaisi tilanteeseen, jossa tiimin jäsenet itse valvoisivat toistensa työtehoa. Haastatteluiden perusteella oleellista olisi luoda kannustinpalkkiojärjestelmä erityisesti putkiasentajille. Työmaakäyntien yhteydessä tuli ilmi, että työntekijöiden keskuudessa on epävarmuutta työn jatkuvuudesta ja yksiköiden lakkauttamisesta kiertää huhuja työmailla. Epävarmuus työntekijöiden keskuudessa saattaa heikentää motivaatiota tehokkaampaan työskentelyyn.

Tutkimuksen mukaan kaivinkoneiden odotusaika koostuu pääosin kuorma-autojen odottamisesta. Kuorma-autojen määrää tulisi optimoida, ja asiaan onkin EKA-liikelaitoksessa jo kiinnitetty huomiota sekä kehitetty työkalu kalustopankkiin autojen määrän optimoinnin tueksi. Kuorma-autojen suurehko odotusaika ja kaivinkoneiden odotusajan muodostuminen kuorma-autojen odottamisesta luo vaikutelman, että kuorma-autoja on tarpeeseen nähden liian vähän silloin kun niille on tarvetta, mutta niitä seisotetaan työmaalla silloin, kun tarve on vähäinen.

EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla käytetään pääosin traktorikaivuria apukoneena, mutta pääkonetta hieman pienempi pyöräalustainen kaivinkone olisi paremman ulottuvuuden johdosta traktorikaivuria tehokkaampi työkonetta käyttämään iskuvasaraa sekä tekemään putkiarinnan ja putkikaivannon täytöt. Kadunrakennuksen työtehtävissä kaivinkone olisi myös traktorikaivuria monikäyttöisempi, sillä tarvittaessa pääkonetta hieman pienempi pyöräalustainen kaivinkone pystyy tekemään myös pääkoneen tehtäviä. Traktorikaivurin etuna voidaan nähdä tehokkaampi työskentely lumitöissä ja painavan materiaalin esimerkiksi murskeen siirrossa. Haastatteluiden perus-

teella ne, joiden työmaalla oli apukoneena kaivinkone traktorikaivurin sijasta pitivät työskentelyä kahdella kaivinkoneella tehokkaampana. Työmailla, joilla on tilaa kiertää kaivanto sen vierestä, voisi kyetä tehokkaaseen työskentelyyn yhdellä kaivinkoneella.

Haastatteluiden perusteella katuja tulisi pyrkiä sulkemaan kokonaan läpikulkuliikenteeltä aiempaa useammin mahdollisuuksien mukaan, jolloin työn toteutus voitaisiin suorittaa vapaammin ja työryhmät saisivat paremman työrauhan. Kadun sulkeminen liikenteeltä edellyttää mahdollisuutta järjestää kiertotie, joka ei aiheuta kohtuutonta haittaa liikenteelle. Sulkiessa katu kokonaan liikenteeltä tulee kadun asukkaille kuitenkin sallia kulku tonteille. Työt tulee pyrkiä suorittamaan niin, että pihaliittymät saadaan kulkukelpoisiksi mahdollisimman nopeasti, pääsääntöisesti yhden työvuoron aikana. Katujen sulkeminen liikenteeltä lisää myös työturvallisuutta. EKA-liikelaitosta koskee yksityiseen toimijaan nähden yhtäläiset vaatimukset kadun sulkemisen suhteen. Kadun sulkeminen Espoossa vaatii hakemuksen täyttämisen jossa tulee esittää karttapohjalla suunnitelma josta näkyy suljettava katu ja tarvittavat liikennejärjestelyt. Lupahakemuksen käsittelee katumestari ja tekee asian suhteen päätösesityksen, jonka ylläpitopäällikkö tai hänen sijaisensa allekirjoittaa. Espoossa on käytössä Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaisu 1/2013 Tilapäiset liikennejärjestelyt katu- ja yleisillä alueilla. Työmaan tulee katua suljettaessa tehdä tarvittavat ilmoitukset poliisille, pelastuslaitokselle ja alueen asukkaille. [33.]

8 Yhteenveto

Tässä työssä selvitettiin EKA-liikelaitoksen maarakennuskoneiden tehokkuutta ja puitesopimusjärjestelmän toimivuutta. Kaivinkoneiden tehokkuutta tutkittiin laskemalla useamman työmaan työsaavutuksia kaivinkoneen osalta työvuoron aikana käsiteltävien irtotodellisten maamassojen mukaan.

Laskettu keskimääräinen työsaavutus leikkausmassojen ja täyttöjen osalta vaikuttaa subjektiivisesti arvioiden melko vaatimattomalta keskimääräiseltä työsaavutukselta, jos työmaalla on pääsääntöisesti kaksi tai useampi kuorma-auto käytettävissään. Keskimääräinen työsaavutus osoittaa mielestäni tehostamispotentiaalin olemassa olon. Keskimääräisen työsaavutuksen objektiivinen arviointi on haasteellista vertailutiedon puuttuessa, minkä johdosta EKA-liikelaitoksen olisi tärkeää aloittaa systemaattinen omien työmaiden vertailu keskimääräisen työsaavutuksen näkökulmasta.

EKA-liikelaitoksen supistuva liikevaihto asettaa kaivinkoneiden ja työmaiden tehokkuuden parantamiselle oman haasteensa. Ilman organisaatiomuutoksia tehokkuuden parantaminen vaatisi työmäärän lisääntymistä, mutta supistuva liikevaihto indikoi työmäärän vähenevän entisestään.

Haastatteluiden perusteella nykyinen sopimusjärjestelmä toimii pääosin hyvin. Vastaa-
vien mestareiden haastattelut osoittivat, että koneita on tarvittaessa hyvin saatavilla ja käytettävissä olevat kaivinkoneet ovat teknisesti ja lisälaitteiden osalta erittäin hyvällä tasolla.

Haasteellista tutkimuksen tekemisessä oli löytää aiheeseen liittyvää alan kirjallista materiaalia, mutta mielestäni työssä käytetty teoria tukee hyvin kaivinkoneen tehokkuuteen liittyviä ilmiöitä. Käytetyt tutkimusmenetelmät valittiin onnistuneesti, tosin odotusajan lomakkeen toteutuksessa ohjeistus lomakkeen täyttämisestä olisi voinut olla kattavampi, jolloin vastaajien tulkinnot odotusajasta olisivat olleet yhtäläisemmät tutkijan tulkintoihin.

Jatkotutkimusaiheena ehdotan tutkimusta johtamistavoista ja niiden yhtenäistämisen vaikutuksista EKA-liikelaitoksen kadunrakennuksen työmailla. Tehokkuudesta voisi tehdä tutkimuksen keskittyen laajemmin koko työmaan tehokkuuteen. Myös henkilöstön motivaatiotasosta ja motivaation parannuskeinoista olisi syytä tehdä tutkimus.

Lähteet

- 1 Organisaatio. 2014. Espoon kaupunki. Luettu 16.5.2014. http://www.espoo.fi/fi-FI/Espoon_kaupunki/Organisaatio
- 2 Jääskeläinen, Raimo. 2010. Maarakennuksen ja louhinnan perusteet. Amk-Kustannus Oy.
- 3 Hartikainen, Olli-Pekka. 2000. Maarakennustekniikka. Helsinki: Otatieto.
- 4 Ylijäämämassojen tiedote. 2014. Espoon kaupunki. Luettu 2.5.2014. http://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Luvat_ja_ohjeet/Pihan_ja_ympariston_luvat/Maamassojen_vastaanotto
- 5 Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2008. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- 6 Maarakennuskoneiden käyttötekniikka. 1971. Suomen tieyhdistys. Helsinki: Sanomapaino.
- 7 Espoo kaupunkitekniikka -liikelaitoksen toimintaohje. 2012. Espoon kaupunki. Luettu 16.5.2014. <http://www.espoo.fi/download/noname/%7BAA9F116F-EDB2-4D98-9838-480C646F4D6E%7D/31886>
- 8 Jaakkola, T., Kataja, J. & Liukkonen, J. 2006. Taitolajina työ. Helsinki: Edita Prima Oy.
- 9 Koneluokitus. Koneyrittäjät Ry & Infra Ry. Luettu 20.5.2014 <http://www.koneluokitus.fi>
- 10 Palveluhinnasto 2013. Konerinki Oy. Luettu 20.5.2014 <http://www.konerinki.fi/index.php?id=4&page=Konepalveluhinnasto>
- 11 Ruohotie P. & Honka, J. 2002. Palkitseva ja kannustava johtaminen. Helsinki: Edita Prima Oy.
- 12 Spiik, K-M. 2003. Tulokseen tiimityöllä. Helsinki: WSOY
- 13 Hovi, R. 2013. Hankintalain mukaisen tarjouspyynnön laatiminen ja sen merkitys kunnallisissa rakennushankkeissa. Pro gradu -tutkielma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- 14 Laki julkisista hankinnoista. 30.3.2007/348.

- 15 Harisalo, R. 2009. Organisaatioteoriat. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy
- 16 Kuntaliiton kotisivut, www.kunnat.net Luettu 22.7.2014
- 17 Eskola, J. & Vastamäki, J. 2001. Teemahaastattelu: opit ja opetukset. Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R (toim.) ikkunoita tutkimusmetodeihin 1: Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittavalle tutkijalle. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- 18 Heiskanen, P. 2013. Espoo kaupunkitekniikka -liikelaitoksen kadunrakennuksen maansiirtokuljetusten toimivuus ja tehokkuus. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 19 Sydänmaanlakka, P. 2004. Älykäs organisaatio. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy
- 20 KT kuntatyönantajat. 2014. Kunnallinen yleinen virka- ja työehtosopimus 2014-2016. Keuruu: Otavan kirjapaino.
- 21 Kuopila, A ym. 2007. Tilaaaja-tuottaja toimintatapa - ideasta käytäntöön. Helsinki: Hakapaino Oy.
- 22 Heiskanen, P. 2014. Kadunrakennuksen hintatasoero julkinen vs. yksityinen: case Espoo. Ylemmän ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 23 https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/rak-50.2123/viikkoharjoitukset/Rak-50_2123_tilavuuskasitteet_massakertoimet.pdf Luettu 30.7.2014
- 24 EKA-liikelaitoksen kalustopankki. Luettu 14.5.2014
- 25 Mitta Oy:n verkkosivut. <http://www.mitta.fi/koneohjaus.html>. Luettu 4.8.2014
- 26 3D-KOPPI Oy:n verkkosivut. <http://www.3dkoppi.fi/mika-3d-koneohjaus>. Luettu 4.8.2014
- 27 InfraBIM verkkosivu. http://www.infrabim.fi/infrabim_uusi/tyopaketti.html. Luettu 4.8.2014
- 28 EKA -liikelaitos. 2014. Tammitie työmaan toimintaohje.
- 29 Lillsund, M. 2014 Kaivinkoneen koneohjauksen tehokkuuden mittaaminen. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Metropolia.

- 30 Infrakit kehitystapaaminen. 16.6.2014. Espoo
- 31 Kainuvaara, J. 2014. Tietomallit ja koneohjaus -Powerpoint esitelmä.
- 32 EKA-liikelaitoksen sisäiset verkkosivut
- 33 Savonjousi, A. 2014. Katumestari. Sähköpostikeskustelu 12-13.8.2014
- 34 Kauhanen, J. 2010. Suorituksen johtaminen ja palkitseminen. Vantaa: Hansa-print Oy
- 35 Valtuusto. 2013. Vuoden 2014 talousarvio sekä taloussuunnitelma.
- 36 EKA-liikelaitos. 2013. Maanrakennuskonepalvelut 2014-2015 palvelusopimus.
- 37 TeklaGIS-ohjelmisto. Viitattu 18.8.2014
- 38 Lindgren, J. 2014. Insinööriyötä varten otetut valokuvat. Espoo
- 39 Metsämuuronen, J. 2008. Laadullisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- 40 Polartherm Oy:n verkkosivut. <http://www.polartherm.fi/fi/ammattikaytto/muut-siirrettavat-lammitimet-ja-kuivaimet/roudansulattajat/oljyroudax.html>. Luettu 26.8.2014
- 41 Rammer -tuotemerkin verkkosivut. <http://www.rammer.com/fi/Tuotteet/282p34/Hydrauliset%20Vasarat/L-sarja/3288.aspx>. Luettu 26.8.2014.
- 42 Tuomi, J & Sarajärvi, A. 2013. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- 43 EKA-liikelaitos. 2014. Taloustilanne 2013-2015 4.9.2014 -Powerpoint esitelmä.

Kaivinkoneiden luokitus

pyöräalustaiset kaivinkoneet:

Koneluokka:	Paino (tn):
KKHp 08	<9
KKHp 10	9-11
KKHp 13	11-15
KKHp 16	15-17
KKHp 19	17-21
KKHp 21	>21

Kaivinkoneiden luokitus

tela-alustaiset kaivinkoneet:

Luokka:	Paino (tn):	Luokka:	Paino (tn):
KKHt 00	<2	KKHt 21	19-24
KKHt 03	2-4	KKHt 25	24-28
KKHt 05	4-6	KKHt 30	28-33
KKHt 08	6-9	KKHt 35	33-40
KKHt 11	9-13	KKHt 45	40-50
KKHt 14	13-16	KKHt 55	>50
KKHt 17	16-19		

Kaivinkoneiden odotusajan seurantalomake

Työkoneen odotusajan seurantalomake: kirjaa yli 10 min. kestävät yhtäjaksoiset odotusajat

Kone: _____ Työmaa: _____

Yritys: _____ Kuljettaja: _____

Viikko nro:	Odotusajan alku ja loppu klo – klo (jos yli 10 min)	Odotuksen syy
Maanantai pvm:		
Tiistai pvm:		
Keskiviikko pvm:		
Torstai pvm:		
Perjantai pvm:		

Palauta lomake täytettynä Jonas Lindgrenille, kiitos.

Teemahaastattelu / Kunnallisen liikelaitoksen maarakennuskoneiden
toimivuus ja tehokkuus

Tavallisen työpäivän kulku

Perehdytys ja tiedonkulku

Työn tavoitteellisuus

Vuodenaikojen vaikutus
työskentelyyn

Työtavat ja välineet

Motivaatio

Kehitystoimenpiteet

Haastattelukysymykset

1. Miten onnistunut on mielestäsi nykyinen tapa hoitaa ja sopia EKA -liikelaitoksen konepalvelut?

- a) erittäin onnistunut
- b) melko onnistunut
- c) en osaa sanoa
- d) melko epäonnistunut
- e) erittäin epäonnistunut

2. Kyselylomakkeen mukaan EKA -liikelaitoksen kaivinkoneiden odotusaika on keskimäärin n. 0-110 min päivän aikana. Kuinka hyvin tulos vastaa omaa käsitystäsi odotusajasta?

- a) erittäin hyvin
- b) melko hyvin
- c) en osaa sanoa
- d) melko huonosti
- e) erittäin huonosti

EKA -liikelaitoksen työmaiden keskimääräinen työsaavutus on $xx \text{ itdm}^3$ / työvuoro eli n. x kuormaa / työvuoro sisältäen leikkausmassat ja täyttömassat. Kuinka hyvin tämä tulos vastaa omaa käsitystäsi EKA -liikelaitoksen kadunrakennuksen keskimääräisestä työsaavutuksesta?

- a) erittäin hyvin
- b) melko hyvin
- c) en osaa sanoa
- d) melko huonosti
- e) erittäin huonosti

4. Miten kokisit korkeamman tavoitteellisuusasteen vaikutuksen EKA -liikelaitoksen työmailla? Parantaisiko työryhmille asetettavat aiempaa selkeämmät välitavoitteet ja työryhmien kanssa pidettävät välitavoitekokoukset työmaan tehokkuutta?

5. Mitä mielestäsi pitäisi kehittää EKA:n kadunrakennuksessa konepalveluiden toimivuuden ja työmaan työtehon näkökulmasta?